



WAGENINGEN UR
For quality of life

Handboek

snijmaïs



December 2010



Handboek snijmaïs

December 2010



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail info.livestockresearch@wur.nl
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

Redactie en fotografie

Wageningen UR Livestock Research

Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel
van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek,
2010

Overname van de inhoud is toegestaan,
mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research aanvaardt geen
aansprakelijkheid voor eventuele schade
voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van
dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen UR Livestock Research en Central
Veterinary Institute, beiden onderdeel van Stichting
Dienst Landbouwkundig Onderzoek vormen samen
met het Departement Dierwetenschappen van
Wageningen University de Animal Sciences Group
van Wageningen UR (University & Research centre).



De certificering volgens ISO 9001 door
DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op
al onze onderzoeksopdrachten zijn de
Algemene Voorwaarden van de Animal
Sciences Group van toepassing. Deze zijn
gedeponeerd bij de
Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Referaat

Na gras is snijmaïs het belangrijkste gewas voor de
melkveehouderij. Dit handboek beschrijft de actuele
stand van zaken over teelt, oogst, voeding en
economie van snijmaïs.

Werkgroep Handboek snijmaïs

Eindredactie: Herman van Schooten (Wageningen
UR Livestock Research), Bert Philipsen
(Wageningen UR Livestock Research), en Jos
Groten (PPO)

Handboek 19

Trefwoorden: snijmaïs, grondbewerking,
bemesting, rassenkeuze, zaaien,
onkruidbestrijding, ziekten & plagen, oogst, opslag
& bewaring, voeding, economie

Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
1.1	Herkomst en introductie maïs	7
1.2	Arealen	7
1.3	Rasontwikkelingen	8
1.4	Gebruiksvormen van maïs	10
2	Het gewas (fysiologie)	13
2.1	Bouw van de plant	13
2.2	Ontwikkeling van de plant	15
2.3	Beïnvloeding op ontwikkeling, productie en kwaliteit.....	24
2.4	Vroegheid	26
2.5	Drogestofproductie.....	27
2.6	Kwaliteit.....	28
3	Bodem, water en bouwplan	32
3.1	Ontwatering en vochtvoorziening.....	32
3.2	Structuur	33
3.3	Temperatuur	34
3.4	Bodemkwaliteit en organische stof	34
3.5	Zuurgraad	37
3.6	Erosie en slemp	38
3.7	Droogte en berekening	39
3.8	Het bouwplan	40
4	Grondbewerking	44
4.1	Hoofdgrondbewerking	44
4.2	Zaaibedbereiding	45
4.3	Stoppelbewerking	46
4.4	Corrigerende grondbewerkingen	46
4.5	Minimum/zero-tillage.....	48
5	Bemesting	50
5.1	Nutriëntenonttrekking.....	50
5.2	Bemestingsadviezen	50
5.2.1	Kalk.....	50
5.2.2	Stikstof.....	55
5.2.3	Fosfaat	57
5.2.4	Kali.....	58
5.2.5	Magnesium	59
5.2.6	Borium, koper, mangaan en zwavel	60
5.3	Toedienen meststoffen.....	62
5.3.1	Gebruiksnormen nieuw mestbeleid	62

5.3.2	Toedienen kunstmest.....	64
5.3.3	Dierlijke mest aanwenden	65
5.4	Groenbemesters.....	68
5.4.1	Teeltmethoden en soorten.....	68
5.4.2	Nalevering	70
5.5	Maïs na gras	71
6	Rassenkeuze	75
6.1	Maïsveredeling	75
6.2	Rassenonderzoek	75
6.3	Rassenkeuze snijmaïs	76
6.3.1	Raseigenschappen.....	79
6.3.2	Bedrijfsomstandigheden en praktijkervaring	85
7	Zaaien	90
7.1	Zaadkwaliteit	90
7.2	Zaadbehandeling	91
7.3	Zaaitijd	92
7.4	Zaaidiepte.....	92
7.5	Standdichtheid en zaaizaadhoeveelheid	93
7.6	Zaaimethoden	94
8	Onkruidbestrijding	99
8.1	Preventie	99
8.2	Grondbewerking en onkruidontwikkeling.....	99
8.3	Bestrijdingsmethoden	100
8.3.1	Mechanische bestrijding	101
8.3.2	Chemische bestrijding.....	107
8.3.3	Wortelonkruiden	110
8.3.4	Aanpassing en verspreiding onkruidsoorten	112
8.3.5	Keuze middel en dosering	112
8.3.6	Keuze doptype	113
8.3.7	Duurwerking of contactwerking.....	114
8.3.8	Herbiciden en grasonderzaai	115
9	Ziekten plagen en beschadigingen.....	117
9.1	Nematoden	117
9.2	Schimmels	118
9.3	Insecten.....	125
9.4	Vogels	129
9.5	Beschadigingen en stress	129
9.6	Gebreksverschijnselen	133
10	Oogst	136
10.1	Oogsttijdstip	136

10.1.1	Maximale voederwaardeopbrengst	137
10.1.2	Minimale inkuilverliezen	138
10.1.3	Maximale voederwaardebenutting	138
10.1.4	Risico oogstbaarheid	139
10.1.5	Rassenkeuze	139
10.2	De maïs oogstwijzer	140
10.2.1	Bepaling oogsttijdstip	140
10.2.2	Inschatting drogestofgehalte van snijmaïs	143
10.3	Oogstmethoden	145
10.3.1	Stoppellengte	145
10.3.2	Hakselkwaliteit	145
10.3.3	Korrelkneuzen	146
11	Opslag en bewaring	148
11.1	Inkuilproces	148
11.2	Inkuilverliezen	150
11.3	Opslag	151
11.4	Aanleggen kuil	152
11.5	Afdekken snijmaïskuil	153
11.6	Dichtheid (m ³ -gewicht)	154
11.7	Broei en schimmelvorming	155
11.8	Verontreinigingen	157
11.9	Gemengd inkuilen	160
12	Voeding	162
12.1	Voederwaarde	162
12.1.1	Koolhydraten	162
12.1.2	Eiwit	164
12.1.3	Vet	165
12.1.4	Mineralen, sporenelementen en vitaminen	165
12.2	Opname van snijmaïs	166
12.3	Structuurwaarde	169
12.4	Snijmaïs in het rantsoen voor melkvee	171
12.4.1	Fasevoeding	171
12.4.2	Uitsluitend snijmaïs als ruwvoer	174
12.4.3	Snijmaïsbijvoeding tijdens weideperiode	175
13	Economie	178
13.1	Teeltkosten en opbrengsten	179
13.2	Snijmaïs in bedrijfsverband	181
13.3	Nieuw mestbeleid	184
13.4	Aankoop en verkoop snijmaïs in melkveehouderij	185

1	Inleiding	
1.1	Herkomst en introductie maïs	7
1.2	Arealen	7
1.3	Rasontwikkelingen	8
1.4	Gebruiksvormen van maïs	10

1 Inleiding

Na gras is snijmaïs het belangrijkste gewas voor de melkveehouderij. Een optimale teelt en benutting van dit gewas zijn daarmee van belang voor het rendement van de sector. Een actueel en compleet overzicht van de nieuwste informatie kan daar een belangrijke bijdrage aan leveren. De meest recente versie van de teelthandleiding “teelt van maïs” is uitgegeven in 1993. Sindsdien zijn er op het gebied van teelt en gebruik van maïs diverse nieuwe ontwikkelingen en onderzoeksresultaten. De bestaande teelthandleiding is daardoor op diverse onderdelen erg gedateerd. De nieuwe informatie over teelt en gebruik van maïs kwam tot nu toe nogal versnipperd en soms beperkt bij de melkveehouders. Dit had tot gevolg dat het lastig was voor de gebruiker om de juiste informatie te vinden. Dit handboek beschrijft de actuele stand van zaken over teelt, oogst, voeding en economie van snijmaïs. Wanneer we beschikken over nieuwe informatie verwerken we dat op korte termijn in deze uitgave.

1.1 Herkomst en introductie maïs

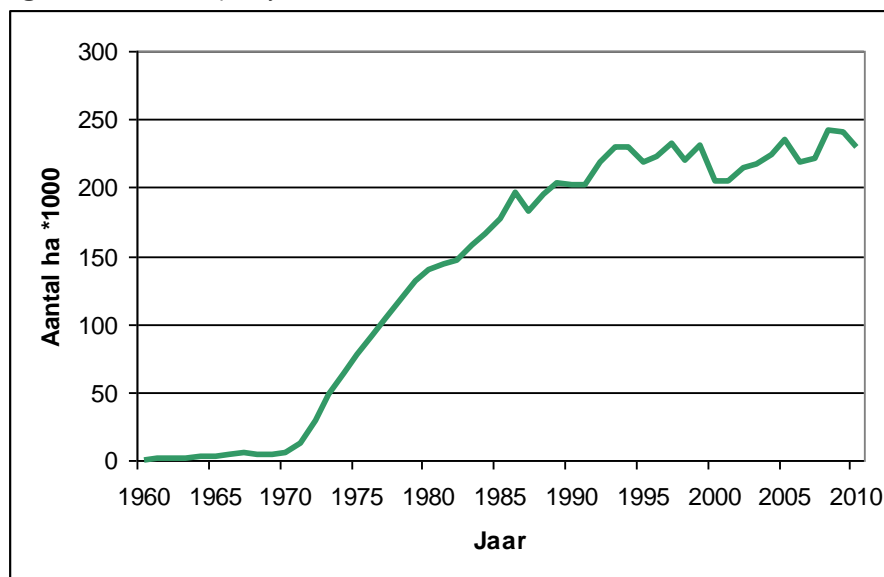
De maïsplant komt oorspronkelijk uit Midden-Amerika. Na de ontdekking van Centraal-Amerika in 1492 door Columbus is het gewas verspreid naar andere werelddelen als Europa, Azië en Afrika. Maïs wordt in Nederland geteeld vanaf de jaren dertig. Het ging toen met name om korrelmaïs op gemengde bedrijven. Tot midden jaren vijftig nam het areaal toe tot 15.000 ha. Door de ongunstige afrijpingsomstandigheden en marktontwikkelingen nam het areaal korrelmaïs eind jaren vijftig snel af. Vanaf dat moment steeg de belangstelling voor maïs in de vorm van snijmaïs. Er kwamen betere rassen en de teelt- en oogsttechniek werden geoptimaliseerd. Op de zandgronden kwam snijmaïs in de plaats van voederbieten en rogge. Momenteel is snijmaïs na gras verreweg het grootste voedergewas.

1.2 Arealen

In figuur 1.1 is de ontwikkeling van het snijmaïsareaal weergegeven. Vanaf 1970 is het areaal sterk uitgebreid tot rond de 200.000 ha eind jaren tachtig. Begin jaren negentig steeg het areaal nog wat verder tot 220-230.000 ha.

Voor het succes van het gewas zijn een aantal oorzaken aan te wijzen. Snijmaïs is een vrij gemakkelijk te telen ruwvoergewas met een goede productie van hoge, constante kwaliteit. De hoge VEM-waarde van het product heeft een positief effect op de melkproductie. Door de hoge energie/eiwit-verhouding past het goed naast gras en graskuil. Ook de eenvoudige uit te voeren onkruidbestrijding en oogst en de tolerantie tegen hoge mestgiftten hebben bijgedragen aan de sterke uitbreiding. Het gewas kan men bovendien op afstand van het bedrijf telen en volledig aan de loonwerker uitbesteden.

In 2010 werd ruim 60% van de snijmaïs geteeld op de zandgronden van Overijssel, Gelderland en Noord-Brabant. Door de ontwikkeling van vroegere rassen teelt men ook in noordelijke gebieden steeds meer maïs. De afgelopen 10 jaar is het areaal in de provincies Groningen, Friesland en Noord-Holland verdubbeld naar circa 37.000 ha.

Figuur 1.1 Verloop snijmaïsareaal in Nederland

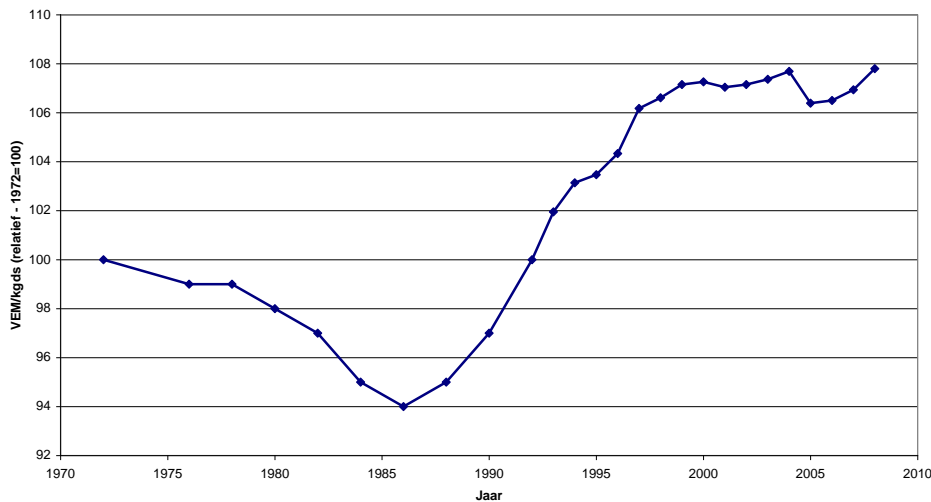
Bron: CBS

1.3 Rasontwikkelingen

Door de jaren heen is de rassenkeuze en daarmee de veredeling in het algemeen gericht geweest op bedrijfszekere rassen. In de zeventiger jaren werden vooral laatrijpe snijmaïsrassen met een hoge opbrengst geteeld. Het drogestofgehalte van deze rassen was bij de oogst meestal vrij laag (23-28%). Om inkuilverliezen te beperken waren daarom vroegere rassen gewenst. Begin jaren 80 was de rassenkeuze dan ook meer gericht op vroegheid en opbrengst. De zeer vroege rassen bereiken momenteel zonder enig probleem een drogestofgehalte van 32-35%. Met deze rassen is nu maïsteelt in het noorden en westen van Nederland mogelijk en in het zuiden is de maïs daarmee eventueel 3 weken eerder te oogsten.

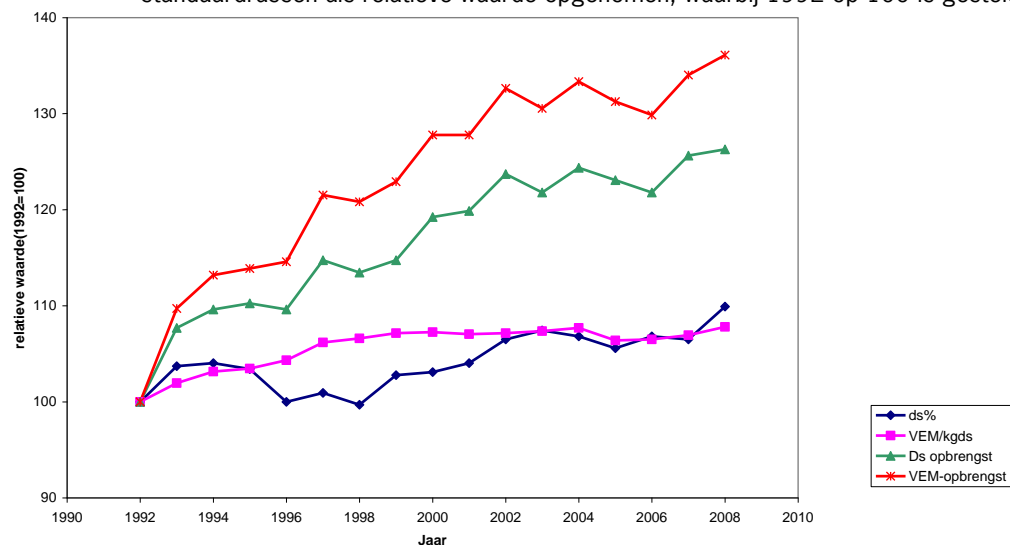
Met de komst van de melkquotering (1986) werd de kwaliteit van ruwvoer belangrijker en kwam de nadruk bij de rassekeuze wat meer te liggen op de voederwaarde en kolfaandeel. In de periode 1985 tot 1992 is de voederwaarde (VEM/kgds) door betere rassen toegenomen met 6% (figuur 1.2) en is het niveau van 1972 weer bereikt. Deze verbetering werd met name gerealiseerd door kortere rassen te kweken met een hoger kolfaandeel (zetmeelgehalte). Vanaf 1992 tot 2008 is de voederwaarde vervolgens gemiddeld met bijna 8% toegenomen. Een verbetering die zowel door een hoger zetmeelgehalte, maar vooral ook door een hogere celwandverteerbaarheid is gerealiseerd.

Figuur 1.2 Ontwikkeling van de voederwaarde van 1972 - 2008. Per jaar is de gemiddelde waarde van de A- en N-standaardrassen als relatieve waarde opgenomen, waarbij 1972 op 100 is gesteld



De vooruitgang in vroegheid, drogestofopbrengst, VEM/kgds en VEM-opbrengst in de periode 1992 tot en met 2008 is weergegeven in figuur 1.3. Wat direct opvalt is de enorme vooruitgang in VEM-opbrengst. In 16 jaar is de VEMopbrengst met 36% toegenomen. Dat betekent een gemiddelde vooruitgang van 2.25% per jaar. Deze vooruitgang is vooral gerealiseerd door een hogere drogestofopbrengst van ruim 26% in 16 jaar (1.6% per jaar). Daarnaast is VEM/kgds in die zelfde periode gestegen met 8%, of te wel 0.5% per jaar.

Figuur 1.3 Relatieve ontwikkeling van de vroegheid (ds%), drogestofopbrengst, energiewaarde (VEM/kgds) en VEM-opbrengst. Per jaar is de gemiddelde waarde van de A- en N-standaardrassen als relatieve waarde opgenomen, waarbij 1992 op 100 is gesteld



De vooruitgang in vroegheid lijkt in deze periode gering. Een verbetering in vroegheid is ook niet direct iets wat momenteel nog hoog op het prioriteitenlijstje van de veredelaars staat. Er is in Nederland een sortiment aan middenvroege tot zeer vroege rassen beschikbaar. Maïstelers van Noord tot Zuid kunnen met deze range in vroegheid goed uit de voeten. Het gemiddelde sortiment op de Aanbevelende Rassenlijst is toch 10% vroeger geworden. Dit betekent dat er meer zeer vroege en vroege rassen beschikbaar gekomen zijn en er relatief minder middenvroege rassen beschikbaar zijn. Zeker de latere middenvroege rassen zijn ook minder interessant voor de praktijk en wellicht daardoor verdwenen.

Een belangrijke veredelingsdoel voor de eerstkomende jaren is natuurlijk de eigenschap resistentie en/of tolerantie tegen *Helminthosporium* (bladvlekkenziekte). Extra focus hierop kan eventueel negatieve effecten hebben op de vooruitgang in opbrengst en kwaliteit.

In de toekomst zal de kwaliteit belangrijk blijven, daarnaast zullen milieukundige en maatschappelijke aspecten een rol gaan spelen in de maisveredeling en rassenkeuze. Wat de kwaliteit betreft zal het hierbij gaan om de specifieke samenstelling van de maïs (de componenten) en om de verteerbaarheid van deze componenten. Dit zal mede bepaald worden door het nieuwe voederwaarderingssysteem, dat momenteel in ontwikkeling is. Op milieukundig gebied moet hierbij gedacht worden aan het nieuwe mestbeleid en aan de bodemkwaliteit. Dit vraagt mogelijk verbeteringen van rassen qua nutriëntenefficiëntie en vroegheid. De vroegheid met name om een tussenteelt en de teelt van maïs in vruchtwisseling meer kans te geven.

Voor de maïsteelt zijn verder ook maatschappelijke aspecten van belang. Zaken als onkruidbestrijding, bemesting, landschapsontsiering en verkeersveiligheid zouden hierbij aan de orde kunnen komen. Raseigenschappen die dan direct aandacht vragen zijn beginontwikkeling en plantlengte.

1.4 Gebruiksvormen van maïs

In Nederland wordt maïs verreweg het meest geteeld in de vorm van snijmaïs. Afhankelijk van de situatie teelt men maïs voor andere doelen. Hoewel dit handboek zich beperkt tot de teelt en het gebruik van snijmaïs worden hieronder kort de andere gebruiksvormen beschreven.

Korrelmaïs

Bij korrelmaïs gaat het om de droge korrel. Het gewas wordt gedorst en het stro blijft achter op het land. In ongunstige jaren moet men de korrels aanzienlijk drogen (tot 16 % vocht), wat flinke kosten met zich meebrengt. De korrel wordt op dit moment vooral verwerkt in pluimveevoeders.

Corn cob mix (CCM)

Bij CCM wordt de korrel met een deel van de spil geogost. Het geogoste product wordt vervolgens gemalen en ingekuuld. CCM gebruikt men als krachtvoer en kan naar gelang het aandeel spil worden gevoerd aan zowel varkens (25-50% spil) als rundvee (100% spil). De mengvoerindustrie gebruikt CCM ook wel als grondstof voor varkensvoer en met name voor biggen.

Maïskolvensilage (MKS)

MKS is het gehakselde product van de gehele kolf inclusief de binnenste schutbladeren, de kolfsteel en in sommige gevallen nog wat blad. Het product wordt ingekuuld en gebruikt als krachtvoer voor rundvee.

Suikermâis

De kolven van deze maïssoort hebben een hoger suikergehalte omdat de inhoud van het zaad gedeeltelijk blijft bestaan uit suikers. Men oogst de kolven vroegtijdig en eet ze als groente. Het gewas wordt in Nederland op beperkte schaal geteeld.



Maïs geoogst als MKS

2	Het gewas (fysiologie)	
2.1	Bouw van de plant	13
2.2	Ontwikkeling van de plant	15
2.3	Beïnvloeding op ontwikkeling, productie en kwaliteit.....	24
2.4	Vroegheid	26
2.5	Drogestofproductie.....	27
2.6	Kwaliteit.....	28

2 Het gewas (fysiologie)

Maïs (*Zea mays* L.) behoort tot de familie van de Gramineëën of Grasachtigen. Van oorsprong is maïs een subtropisch gewas. In onderstaande paragrafen wordt beschreven hoe de plant is opgebouwd en hoe de fysiologische ontwikkeling verloopt onder Nederlandse omstandigheden.

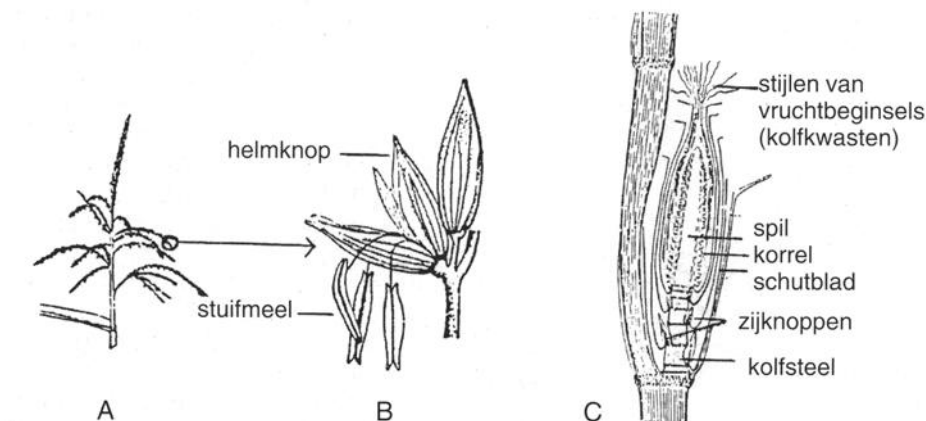
2.1 Bouw van de plant

De maïsplant bestaat bovengronds uit een vegetatief gedeelte, de stengel en de bladeren, en een generatief gedeelte, de kolf en de pluim. Ondergronds vormt de plant een uitgebreid wortelstelsel. In deze paragraaf worden genoemde delen kort beschreven.

Stengel en bladeren

De maïsplant bestaat na opkomst eerst alleen uit bladeren. Het eerst gevormde blad heeft een ovaalvormige bladschijf. De schijven van de volgende bladeren zijn lijnvormig. Vanaf het 4-5 bladstadium begint de stengelgroei. De stengel is onderverdeeld in 15-16 stengelleden. De bladeren staan ingeplant op de knopen van de stengel. De bladeren met de grootste oppervlakte bevinden zich ter hoogte van de bovenste kolf. De lengte van de stengel kan variëren van 1 tot 4 meter. In een normaal gewas ontstaan er vrijwel geen zijstengels. Alleen bij zeer lage standdichtheden en aan de randen van het perceel kan dit wel optreden. Het ene ras vormt sneller zijstengels dan het andere ras.

Figuur 2.1 Schematische weergave van pluim (A en B) en kolf (C)



Kolf en pluim

Maïs is een tweeslachtige en éénhuizige plant. Dat wil zeggen dat mannelijke en vrouwelijke bloemen van elkaar gescheiden zijn, maar wel op één plant aanwezig zijn. De mannelijke bloeiwijze, de pluim, verschijnt aan de top van de stengel terwijl de vrouwelijke bloeiwijze, de kolf, in de bladoksels wordt aangelegd. De pluim heeft een aantal horizontaal uitstaande zijtakken waarop zich de helmknoppen bevinden (figuur 2.1). In de helmknoppen bevindt zich het stuifmeel.



Dent- (links) en flintmaïs (rechts)

De kolf bevindt zich op een korte steel en bestaat uit een spil die bezet is met een even aantal rijen vruchtbeginsels waaruit later de korrels groeien. De kolf is omgeven door schutbladeren. Bij de bloei groeien de stijlen vanuit de vruchtbeginsels naar buiten toe. Dit is zichtbaar aan het verschijnen van de kolfkwasten. In een normaal gewas ontwikkelt zich in het algemeen één vruchtbare kolf per plant. Alleen in zeer open gewassen en in randrijen kunnen zich meerdere kolven ontwikkelen.

Wortels

Maïs vormt slechts één kiemwortel waaraan zijwortels worden gevormd. Spoedig daarna verschijnen aan de onderste stengelknopen de eerste kroonwortels. De later gevormde kroonwortels aan de hogere stengelknopen zijn voornamelijk verantwoordelijk voor een stevige verankering in de grond en spelen een ondergeschikte rol bij de opname van vocht en nutriënten.

Korrel

Een maïskorrel bestaat uit een kiem en endosperm (reservevoedsel) dat veelal in de vorm van zetmeel aanwezig is. Kiem en endosperm zijn omgeven door een zaadhuid. Naar vorm kunnen we twee soorten korrels onderscheiden: dents en flints. Dent-types zijn langgerechter en platter. Tijdens de afrijping ontstaan indeukingen in de top van de korrel (zie bovenstaande foto). Flint-types zijn ronder en vormen geen indeukingen tijdens de afrijping. Flints zijn in het algemeen minder koudegevoelig en vertonen een sterkere beginontwikkeling dan dents. Dents bloeien in het algemeen wat later dan flints, maar rijpen sneller af. De in Nederland geteelde rassen zijn overwegend combinaties van dent- en flintlijnen.

2.2 Ontwikkeling van de plant

De ontwikkeling van de maïsplant kunnen we in verschillende stadia onderscheiden. De belangrijkste stadia zijn kieming, vegetatieve ontwikkeling, bloei, korrelvulling en afrijping. Deze stadia kunnen weer worden opgedeeld. Een beschrijving van de verschillende stadia tot en met de bloei staat in tabel 2.1.

Tabel 2.1 De ontwikkeling van maïs t/m de bloei, uitgaande van een zaaitijdstip van 1 mei

Stadium*	Datum (circa)**	Gewashoogte (circa)**
<i>Kieming</i>		
Droog zaad	1 mei	
Opzwellen zaad		
Versijnen kiemwortel		
Versijnen kiemschede uit zaad		
<i>Opkomst en kiemplantfase</i>		
Kiemschede boven de grond (spijkerstadium)	15 mei	
1 ^e bladstadium		
2 ^e bladstadium	20 mei	15 - 20 cm
3 ^e bladstadium		
<i>Stengelstrekking</i>		
4 ^e bladstadium	7 juni	30 - 40 cm
5 ^e bladstadium		
6 ^e bladstadium	20 juni	50 - 75 cm
7 ^e bladstadium		
8 ^e bladstadium	1 juli	100 - 120cm
9 ^e bladstadium		
10 ^e bladstadium	15 juli	170 - 200 cm
11 ^e bladstadium		
12 ^e bladstadium		
13 ^e bladstadium (of hoger)	20 juli	220 - 240 cm
<i>Bloei</i>		
Begin mannelijke bloei		
50% mannelijke bloei	20 juli	
50% vrouwelijk bloei	25 juli	
Einde bloei	5 aug	260 - 280 cm

* Bij de verschillende bladstadia geldt dat het genoemde blad volledig ontvouwen moet zijn (onderscheid bladschijf en -schede zichtbaar)

** De tijdstippen en gewashoogten zijn sterk jaars- en rasafhankelijk en zijn hier gegeven als grove indicaties

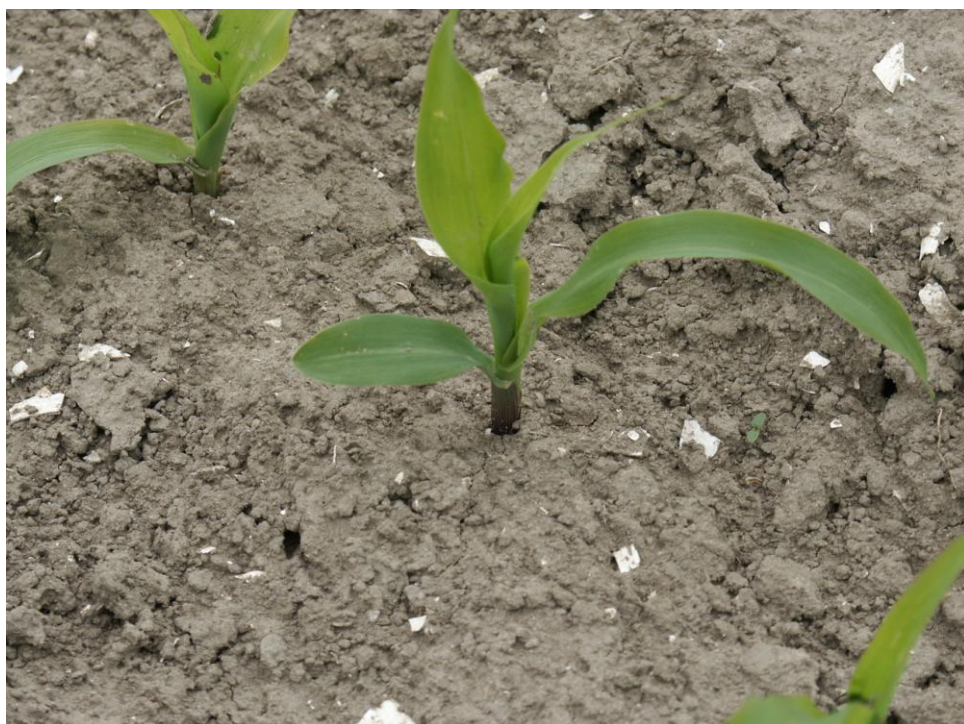
Verschillende groeistadia:



Spijkerstadium



1^e bladstadium



2^e bladstadium



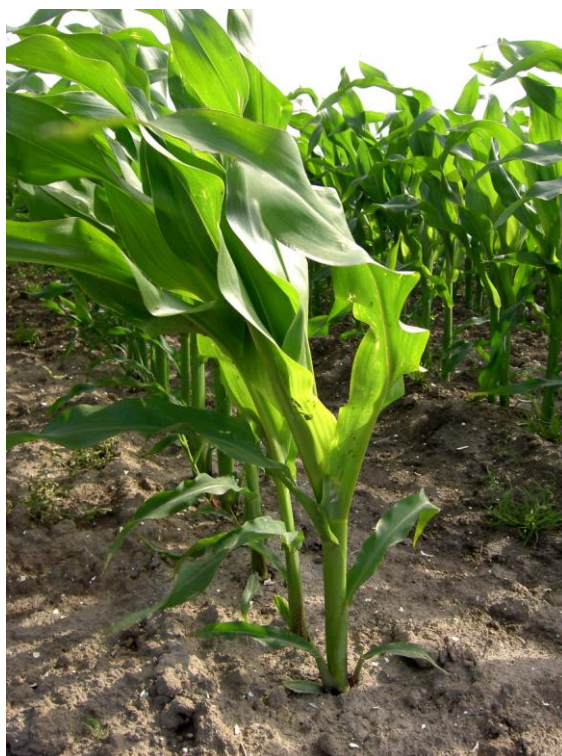
3^e bladstadium



4^e bladstadium



5^e bladstadium



6^e bladstadium



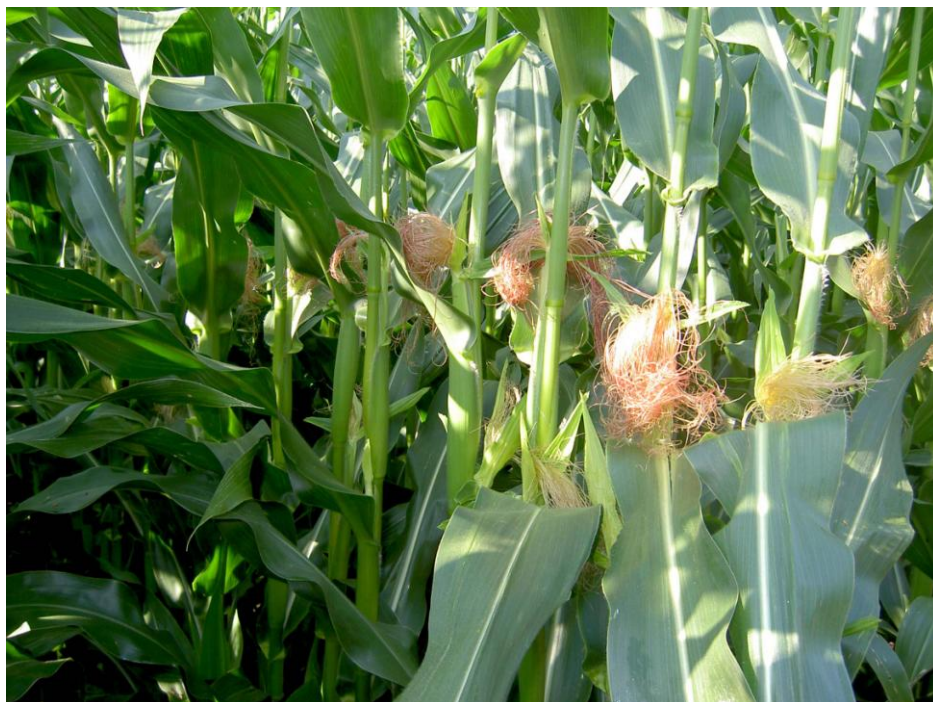
6^e bladstadium gewas



7^e à 8^e bladstadium gewas



10^e en 11^e bladstadium gewas



50% vrouwelijke bloei



50% mannelijke bloei

Kieming

Maïszaad kiemt bij een minimum bodemtemperatuur van 8-10 °C. Gemiddeld bereikt de bodem op zaaidiepte (circa 5 cm) deze temperatuur tussen 20 en 30 april. De kieming verloopt het snelst bij 30-32 °C. Naast een voldoende hoge temperatuur moeten ook de water- en zuurstofvoorziening van het zaad voldoende zijn. Bij de kieming verschijnt eerst één kiemwortel die recht naar beneden groeit. Kort daarna verschijnt de kiemschede waarin zich het groeipunt bevindt. Afhankelijk van temperatuur en zaaidiepte verlopen tussen zaai en opkomst gemiddeld 1 tot 3 weken.

Blad- en stengelontwikkeling

De bladeren verschijnen in een regelmatig tempo. Gemiddeld verschijnt elke 6 dagen een nieuw blad. Het totaal aantal bladeren bedraagt bij de Nederlandse rassen 15-16. Het groeipunt bevindt zich tot aan het vierde à vijfde bladstadium onder de grond. Door het achterwege blijven van stengelstrekking in deze fase ontstaat een knopenstapel. Na dit stadium komt het groeipunt omhoog door de vorming van een stengel onder het groeipunt. De stengelstrekking gaat door tot na de bloei.

Uitgaande van een zaaitijdstip van eind april sluit het gewas zich in een gemiddeld jaar omstreeks eind juni. De maximale bladoppervlakte wordt omstreeks de bloei bereikt. Zowel het tijdstip van sluiting van het gewas als de maximale bladoppervlakte zijn afhankelijk van zaaitijdstip, jaar, ras en grondsoort.

Wortelontwikkeling

Tot circa 3 weken na zaaien is het wortelstelsel beperkt tot een kiemwortel en drie tot vier kroonwortels. Daarna ontstaan, tot aan de bloei, telkens nieuwe kransen bijwortels op iedere knoop. De bewortelingsdiepte hangt sterk af van bodem- en weersomstandigheden. Ongeveer 6 weken na zaai bedraagt de bewortelingsdiepte circa 40 cm. Bij koud en nat weer kan dit aanmerkelijk minder zijn. Daarna kan in een ongestoord profiel de beworteling in potentie een diepte bereiken van circa 120 cm. Vlak voor de bloei wordt de maximale bewortelingsdiepte bereikt. Na de bloei worden er vrijwel geen wortels meer gevormd en sterven er per saldo meer oude wortels af dan er nieuwe bijkomen. In het algemeen blijkt dat circa 90% van de wortels zich in de bovenste helft van de bewortelde laag (0-40 cm) bevindt.

De groeirichting van de wortels hangt af van de temperatuur. Bij lage temperaturen is de beworteling meer horizontaal gericht, terwijl bij hogere temperaturen de beworteling meer de diepte ingaat. Ook bij een vochttekort na opkomst zoeken de wortels meer de diepte op. In het algemeen duurt het 5 tot 7 weken voordat men wortels aantreft midden tussen de maïsrijen.

Bloei

De bloei is de overgang van de vegetatieve naar de generatieve ontwikkeling. Vanaf dat moment is alle activiteit van de plant gericht op de ontwikkeling van de kolf. De mannelijke (pluim) en de vrouwelijke bloeiwijze (kolf) worden reeds aangelegd in het 4-5 bladstadium. De mannelijke bloei is herkenbaar aan het zichtbaar worden van de meeldraden op de pluim. De vrouwelijke bloei is herkenbaar aan het tevoorschijn komen van de kolfkwasten. In het algemeen toont de mannelijke bloei een geringe voorsprong in tijd op de vrouwelijke bloei. Dit beperkt de kans op zelfbestuiving en bevordert kruisbestuiving. Kort na de bloei sterft de pluim af. In een gemiddeld jaar zal, uitgaande van een zaaitijdstip van eind april, de vrouwelijke bloei omstreeks 20 juli plaatsvinden (circa 7 weken na zaai). Het tijdstip van bloei is sterk rasafhankelijk. Daarnaast spelen groeiomstandigheden, met name temperatuur, een belangrijke rol. Tijdens en vlak na de bloei is het gewas erg gevoelig voor stressfactoren, wat een slechte korrelzetting door abortie van vruchtbeginsels tot gevolg kan hebben. De meest voorkomende stressfactor in deze periode is vochttekort. Daarnaast zijn ook temperatuur, lichtintensiteit en beschikbaarheid van borium van invloed op de bevruchting.

Korrelvulling en afrijping

Tijdens de korrelvulling vindt er herverdeling plaats van suikers en nutriënten uit met name de stengel naar de kolf toe. Tegelijkertijd verouderen de vegetatieve delen. De veroudering is echter veel minder uitgesproken dan bij andere zaadgewassen als granen en peulvruchten. Bij de afrijping van de korrel kunnen de volgende zeven stadia worden onderscheiden:

1. Waterrijp: korrelkleur wit, waterig, zoete inhoud; drogestofgehalte kolf 25%
2. Begin melkrijp: kleur roomwit, iets geel, inhoud iets melkachtig; drogestofgehalte kolf 30%
3. Melkrijp: kleur geel, veel spanning in de korrel, de inhoud lijkt op melk; drogestofgehalte kolf 35%
4. Zachtdeegrijp: kleur donkerder geel, de korrel spat nog bij stukknippen, stevigheid en kleurintensiteit beginnen van de top af; drogestofgehalte kolf 40%
5. Deegrijp: kleur donker, inhoud al stevig maar aan de spilzijde nog vochtig; drogestofgehalte kolf 50%
6. Harddeegrijp: inhoud stevig, moeilijk met de nagel te breken en er komt geen vocht meer uit, de bovenkant is al glazig of hoornig of begint in te deuken; drogestofgehalte kolf 55%
7. Volledig rijp: harde korrel, niet meer met de nagel te breken, de glazige gedeelten hard als hoorn (fysiologisch rijp); drogestofgehalte kolf 60%

Bij een drogestofgehalte van 60 tot 65% in de kolf is deze fysiologisch rijp. Dit stadium wordt gemarkeerd door de vorming van een bruin gekleurd laagje cellen op de plaats waar de korrel aan de spil vastzit. Dit laagje verhindert verder transport van suikers en mineralen naar het zaad toe. Het drogestofgehalte van de korrel neemt daarna verder toe door indroging. Dit is in Nederland echter alleen in gunstige jaren het geval. In een gemiddeld jaar bedraagt het drogestofgehalte in een rijpe korrel in Noord- en Zuid-Nederland resp. 60 en 70%.



Een goed afgerijpte korrel

2.3 Beïnvloeding op ontwikkeling, productie en kwaliteit

De ontwikkeling, productie en kwaliteit van maïs worden in belangrijke mate bepaald door verschillende omgevingsfactoren. In deze paragraaf worden de factoren daglengte, lichtintensiteit, temperatuur, vochtvoorziening en nutriëntenvoorziening behandeld.

Daglengte en lichtintensiteit

Maïs is een kortedagplant. Dat betekent dat ze sneller in bloei komt bij kortere dagen. De reactie op de daglengte is rasafhankelijk. Vroegrijpende rassen hebben in het algemeen minder behoefte aan korte dagen dan laatrijpende rassen. Langere dagen in de periode tot aan het 4-5 blad-stadium leiden in het algemeen tot meer bladeren per plant en langere planten. Dit is onder meer het geval bij verlate zaai.

Tijdens het assimilatieproces wordt lichtenergie omgezet in koolhydraten. De totale hoeveelheid licht die de plant in het groeiseizoen opvangt, hangt in sterke mate af van de weersomstandigheden. Door de in vergelijking met andere gewassen relatief late zaai en de trage jeugdontwikkeling laat maïs in de voorzomer veel licht onbenut. Pas eind juni, begin juli is er sprake van een volledige lichtonderschepping waardoor de potentiële productie van maïs lager is dan van gewassen met een langer groeiseizoen. Maïs is echter een C4-gewas, wat betekent dat het licht ook bij hoge lichtintensiteiten en hoge temperaturen nog efficiënt wordt gebruikt. Bij C3-gewassen als granen en gras treedt onder die omstandigheden lichtverzadiging op.

In het najaar neemt de lichtintensiteit af. Gemiddeld is in Nederland ongeveer 10 oktober de lichtintensiteit dusdanig laag dat er geen extra productie meer plaatsvindt. Ook de verteerbaarheid van de totale plant zal dan niet meer toenemen. Naarmate in het najaar de instraling groter is kan de productie langer doorgaan en zal ook het kolfaandeel hoger zijn. Het zetmeelgehalte en de voederwaarde van de gehele plant zijn dan eveneens hoger.

Temperatuur

De temperatuur beïnvloedt in sterke mate de ontwikkeling en groei van het gewas. Bij hogere temperaturen zal de maïs sneller kiemen en vroeger bloeien. Een vroeger bloeiend gewas zal ook een hoger kolfaandeel en daarmee een hoger zetmeelgehalte en voederwaarde opleveren. Ook de afrijping verloopt sneller waardoor het drogestofgehalte op een vroeger tijdstip voldoende hoog is om te kunnen oogsten. Bij hoge temperaturen in het najaar gaat het verouderingsproces van de celwanden sneller, zodat de celwandverteerbaarheid dan sneller afneemt. De temperatuur beïnvloedt eveneens de productie. De optimumtemperatuur voor het fotosyntheseprocess ligt tussen 25 en 30 °C. De minimum en maximum temperatuur bedragen respectievelijk 8 en 40 °C. Bij temperaturen van 15 °C en lager neemt met name bij jonge maïsplanten de activiteit van groeiprocessen sterk af. Vooral in combinatie met een hoge lichtintensiteit kan een sterke geelverkleuring van het gewas optreden doordat de vorming van bladgroen achterwege blijft. Ook kan als gevolg van fosfaatgebrek de plant paars verkleuren. Bij stijging van de temperatuur is fosfaat weer beter beschikbaar en verdwijnen de verkleuringen. Vaak heeft echter het gewas ook tijd nodig om te herstellen van koudeperiodes. In veel gevallen blijft volledig herstel achterwege waardoor de groeikracht van het gewas afneemt. Tenslotte kan er ook sprake zijn van indirecte schade door lage bodemtemperaturen tijdens de opkomst. De opkomst zal vertraging ondervinden en er is ook kans op een lager plantaantal doordat kiemschimmels bij lage bodemtemperaturen meer kans krijgen om schade te veroorzaken.

Vochtvoorziening

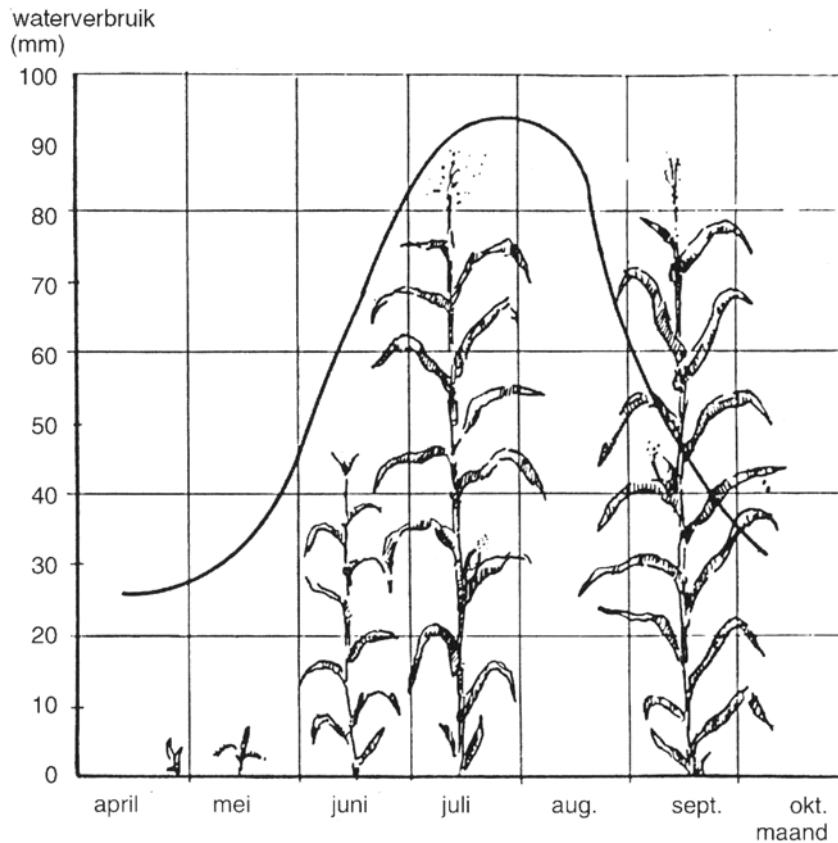
Tussen gewasproductie en waterverbruik bestaat een direct verband. De hoeveelheid water die maïs verbruikt per kg geproduceerde drogestof is afhankelijk van de klimatologische omstandigheden. In Nederland heeft maïs een vochtbehoefte van 160 à 190 liter per kg oogstbare drogestof. Dit is laag in vergelijking met verschillende andere voedergewassen (zie tabel 2.2). Echter, er zijn wel belangrijke verschillen tussen de gewassen in tijdstip waarop het gewas veel vocht nodig heeft. Bij maïs is een vochttekort omstreeks de bloei zeer schadelijk. De kans op een vochttekort in juli is relatief groot, zodat de kans op droogteschade bij maïs groter is dan bij de andere voedergewassen. Droogte tijdens de bloei leidt tot een slechte korrelzetting en dus ook tot een laag kolfaandeel en een laag zetmeelgehalte. Bij de bloei is het vochtverbruik maximaal (figuur 2.2). In een gemiddeld groeiseizoen verdamt het gewas circa 265 mm bij een productie van 15 ton drogestof per ha.

Tabel 2.2 Vochtbehoefte van een aantal voedergewassen

Gewas	Vochtbehoefte per kg oogstbaar product (liters)
Snijmaïs	160 – 190
Triticale (GPS)	225 – 240
Gras (na het inzaaijaar)	300 – 400
Luzerne (na het inzaaijaar)	400

Op zandgronden waar verreweg de meeste maïs wordt verbouwd, is de productie in het algemeen sterk afhankelijk van de vochtvoorziening gedurende het groeiseizoen. Bij onvoldoende vocht sluit de plant de huidmondjes geheel of gedeeltelijk waardoor de productie en de opname van nutriënten terugloopt. Bij droogte na de bloei zal de korrelvulling minder goed verlopen. Droogte en de daarmee gepaard gaande hogere gewastemperatuur leidt ook tot een versnelde veroudering van de celwanden en daarmee tot een lagere celwandverteerbaarheid. In welke mate de gewasgroei hierdoor wordt beïnvloed hangt af van de bewortelingsdiepte, de hoeveelheid gemakkelijk beschikbaar vocht in het doorwortelde profiel en het verdampingsniveau.

Figuur 2.2 Vochtverbruik van maïs gedurende het groeiseizoen



bron: Stiboka

Nutriëntenvoorziening

Voor een optimale groei van het gewas moet het aanbod de behoefte aan nutriënten dekken. Het grootste deel van de totale hoeveelheid nutriënten wordt voor de bloei opgenomen. Na de bloei vindt herverdeling plaats van stikstof en fosfaat en in veel mindere mate kali van stengel en blad naar de kolf. Hierdoor is bij de oogst het grootste deel van de totale hoeveelheid opgenomen stikstof en fosfaat aanwezig in de kolf, en het grootste deel van de kali in het stro. In het hoofdstuk 5 wordt op de behoefte aan verschillende nutriënten ingegaan.

2.4 Vroegheid

Het drogestofgehalte van het gehakselde product is bepalend voor de inkuilverliezen door gisting en/of afvloeien van perssap. Vooral bij drogestofgehalten lager dan 28% zijn deze verliezen hoog. Het optimale drogestofgehalte bij de oogst bedraagt circa 35%. Bij hogere drogestofgehalten neemt de kans op broei in de kuil toe door een teveel aan ingesloten lucht. Het drogestofgehalte hangt sterk af van het oogsttijdstip (zie ook hoofdstuk 10), maar ook van het bloeitijdstip, de snelheid van afrijping, het kolfdeel en de mate van aantasting door stengelrot. De weersomstandigheden spelen hierbij

een grote rol. Naarmate het groeiseizoen kouder is, zal later een voldoende hoog drogestofgehalte bereikt worden. In het noorden van het land ontwikkelt het maïsgewas zich dan ook langzamer dan in het zuiden. Ook door een te geringe instraling vertraagt de afrijping. Een laag drogestofgehalte kan ook veroorzaakt worden door een late zaaidatum. Een aantasting door stengelrot heeft een versnelde toename van het drogestofgehalte tot gevolg. Er zijn grote verschillen tussen de rassen in vroegheid en in resistentie tegen stengelrot.

2.5 Drogestofproductie

Bij snijmaïs wordt de totale bovengrondse drogestofproductie geoogst en ingekuuld. Met name in verband met de kwaliteit is naast de totale productie ook de drogestofverdeling over kolf en vegetatieve delen van belang.

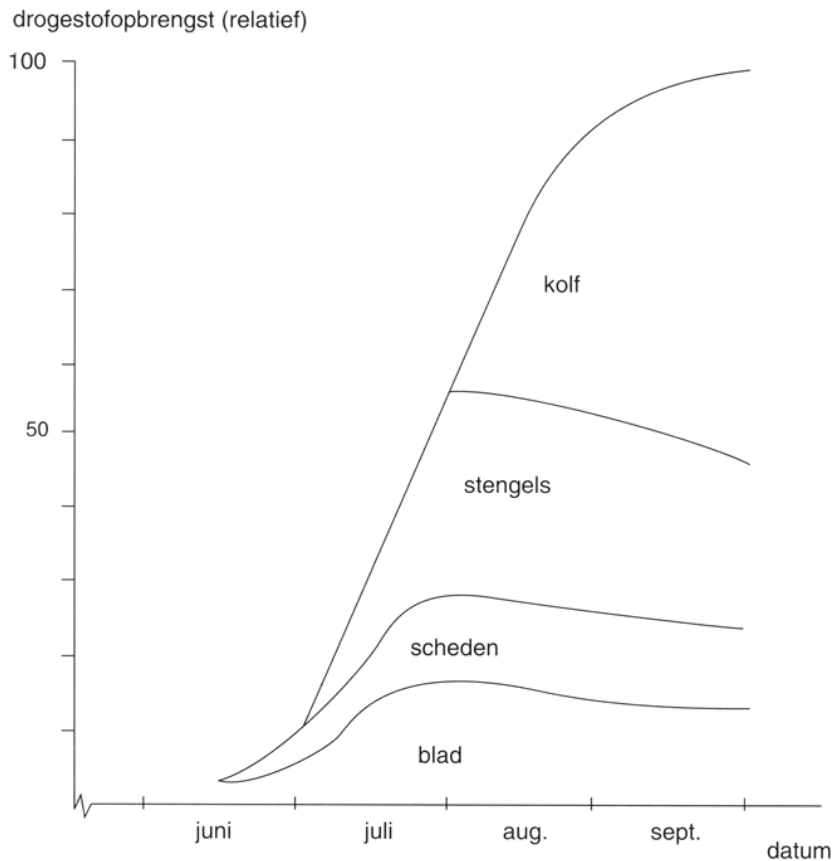
Opbrengsten

In potentie kunnen in Nederland bij snijmaïs bovengrondse producties behaald worden van 20 tot 25 ton drogestof per ha. De werkelijk behaalde opbrengsten bedragen echter 11,5 –16,5 ton drogestof per ha. Dat de actuele productie beduidend achterblijft bij de potentiële productie komt doordat de groeiomstandigheden vaak niet optimaal zijn door minder gunstige weers- (licht, temperatuur en vocht) of bodemomstandigheden (grondsoort en profielopbouw, ontwatering). Ook een minder goede perceelsverzorging (bodemstructuur) en verlate zaai kunnen leiden tot opbrengstdepressies. Hoewel Nederland maar een klein oppervlak beslaat, treden toch duidelijke regioverschillen op. In het algemeen zijn in Zuid-Nederland door gunstiger klimatologische omstandigheden, met name temperatuur, de opbrengsten hoger dan in Noord-Nederland. Daarnaast spelen ook factoren als vochtvoorziening en grondsoort een belangrijke rol. In droge jaren worden op zwaardere gronden vaak hogere opbrengsten behaald dan op lichtere gronden. In natte jaren is vaak het omgekeerde het geval.

Productiepatroon

In figuur 2.3 is de drogestofverdeling over de verschillende bovengrondse organen weergegeven tijdens het groeiseizoen. In de eerste 1,5 à 2 maanden wordt vrijwel alle droge stof in het blad geïnvesteerd en daarna tot aan de bloei de meeste droge stof in de stengel. De koolhydraten die niet gebruikt worden voor structuurweefsel worden in de stengel opgeslagen. Na de bloei concentreert de productie zich volledig op de kolf. In deze fase neemt het stengelgewicht veelal af door verplaatsing van suikers naar de kolf. Het aandeel van de kolf in de totale bovengrondse droge stof ligt bij gewassen die niet te lijden hebben gehad van droogte gemiddeld rond de 50-55% bij de oogst en is sterk afhankelijk van teeltwijze, ras en groeiomstandigheden. Het spilaandeel in de kolf varieert tussen 10 en 18% (op basis van droge stof) bij gewassen die niet te lijden hebben gehad van droogte en hangt af van ras en teeltomstandigheden. Bij een slechte korrelzetting en -vulling kan het kolfaandeel sterk afnemen en het spilaandeel in de kolf aanzienlijk toenemen (15-25%). De ondergrondse productie aan wortels bedraagt 1000 tot 3000 kg droge stof per ha. Doordat in de loop van het groeiseizoen het accent van de productie steeds sterker op de bovengrondse delen komt te liggen, neemt de spruit/wortelverhouding, de verhouding tussen bovengrondse en ondergrondse productie, toe van circa 2 in de jeugdfase tot soms meer dan 10 tijdens de afrijping. De spruit/wortelverhouding is voorts afhankelijk van temperatuur en bemestingsniveau. Bij hoge temperaturen en een ruim bemestingsniveau neemt deze toe.

Figuur 2.3 Patroon van de drogestofverdeling over de bovengrondse delen van maïs gedurende het groeiseizoen



2.6 Kwaliteit

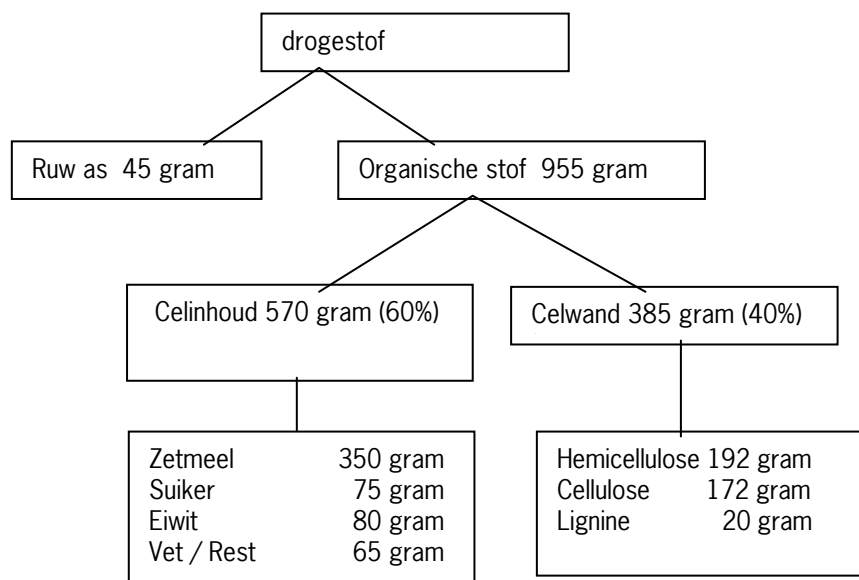
Voederwaarde, zetmeelgehalte en celwandverteerbaarheid zijn de belangrijkste eigenschappen die de kwaliteit van het snijmaïsgewas bepalen. Hieronder gaan we kort in op deze kwaliteitskenmerken. Meer informatie is te vinden in de hoofdstukken 6 en 12.

Voederwaarde en samenstelling

De voederwaarde is een maat voor de mate waarin de koe de droge stof kan benutten en wordt uitgedrukt in voedereenheden melk (VEM; melkvee) of voedereenheden vlees (VEVI; vleesvee) per kg droge stof en is gebaseerd op de verteerbaarheid van de organische stof. Het kolfaandeel en de verteerbaarheid van de celwandbestanddelen zijn de belangrijkste factoren voor de voederwaarde van snijmaïs. Gemiddeld genomen bedraagt het kolfaandeel 50 à 55%, maar dit kan variëren onder invloed van de groei- en teeltomstandigheden. De kolf bestaat voor het overgrote deel uit zetmeel dat vrijwel 100% verteerbaar is. Gemiddeld is de invloed van het zetmeelgehalte op de voederwaarde op gewasniveau twee keer zo groot als de invloed van het celwandgehalte. Van de celwanden die zich voornamelijk in stengel en blad bevinden is gemiddeld genomen 50%

verteerbaar. Zowel het zetmeelgehalte als de verteerbaarheid van de celwanden moeten hoog zijn om een zo hoog mogelijke voederwaarde te realiseren. Het zetmeelgehalte en de celwandverteerbaarheid geven inzicht in de samenstelling van de voederwaarde. In figuur 2.4 is de gemiddelde samenstelling van 1 kg snijmaïs aangegeven.

Figuur 2.4 Samenstelling van 1 kg droge stof snijmaïs bij 32% droge stof



Zetmeelgehalte

Het zetmeelgehalte hangt direct samen met het kolfaandeel. De opslag van koolhydraten in de kolf vindt namelijk plaats in de vorm van zetmeel. Naarmate de snijmaïs afrijpt, neemt het aandeel van de kolf in de droge stof toe. Bij toename van het drogestofgehalte is er dus een toename van het zetmeelgehalte. Er bestaan duidelijke rasverschillen in zetmeelgehalte.

Lage temperaturen in de eerste helft van het groeiseizoen zullen een later bloeiend gewas tot gevolg hebben met een lager kolfaandeel. Een slechte vochtvoorziening tijdens de bloei geeft eveneens een laag kolfaandeel. Naarmate de instraling tijdens de korrelvulling hoger is, neemt het kolfaandeel toe. Hoge temperaturen tijdens de afrijping zijn ongunstig voor het kolfaandeel.



Mais is een goede zetmeelbron

Celwandverteerbaarheid

De celwanden bestaan voornamelijk uit hemicellulose, cellulose en lignine. Het aandeel van de verschillende bestanddelen, maar met name de verbindingen zowel binnen als tussen de bestanddelen, bepalen in grote mate de verteerbaarheid van de celwand. Door een toename van het zetmeelgehalte (gr/kg ds) neemt het celwandgehalte (gr/kg ds) tijdens de afrijping af. De invloed van de celwanden op de voederwaarde wordt dus tijdens de afrijping minder.

De verteerbaarheid van de celwanden neemt af naarmate de celwanden ouder worden. Dit verouderingsproces gaat sneller naarmate de temperatuur hoger is. Hoge temperaturen na de bloei zijn dan ook ongunstig voor de celwandverteerbaarheid. De meeste celwanden worden aangelegd voor de bloei. Na de bloei neemt de verteerbaarheid van de celwanden af, terwijl tegelijkertijd het kolfaandeel toeneemt. In Nederland blijft door deze twee tegenstrijdige effecten in een gemiddeld najaar de verteerbaarheid van de totale plant hierdoor na de bloei min of meer op hetzelfde peil. In sombere najaaren en relatief hoge temperaturen zal de verteerbaarheid afnemen, terwijl in najaaren met veel instraling en relatief lage temperaturen de verteerbaarheid toeneemt.

3	Bodem, water en bouwplan	
3.1	Ontwatering en vochtvoorziening.....	32
3.2	Structuur	33
3.3	Temperatuur	34
3.4	Bodemkwaliteit en organische stof	34
3.5	Zuurgraad.....	37
3.6	Erosie en slemp	38
3.7	Droogte en berekening	39
3.8	Het bouwplan	40

3 Bodem, water en bouwplan

De bodem vormt de basis voor een goede nutriënten- en vochtvoorziening. In dit hoofdstuk worden een aantal onderdelen behandeld die te maken hebben met de grond en het grondgebruik. Eerst gaan we in op een aantal aspecten die een rol spelen bij de geschiktheid van de grond voor de teelt van maïs. Daarna wordt ingegaan op de extreme situaties droogte, erosie en slemp. Als laatste kijken we naar inpasbaarheid van maïssteelt op een bedrijf en op de effecten van continueelt en wisselbouw.

Geschiktheid grond

In principe kan men maïs op de meeste grondsoorten in Nederland telen. Van belang zijn een goede en tijdige berijdbaarheid en bewerkbaarheid. Bij de beoordeling van de geschiktheid van de grond spelen een aantal aspecten een rol:

- Ontwatering en vochtvoorziening
- Structuur
- Temperatuur
- Bodemkwaliteit en organische stof
- Zuurgraad

3.1 Ontwatering en vochtvoorziening

Voor een goede opbrengst is een goede ontwatering van belang. In het voorjaar is een goede ontwatering belangrijk om de grond tijdig te kunnen bewerken en voor een voldoende snelle opwarming van de bodem. Natte gronden warmen in het voorjaar veel trager op dan droge gronden. Daarnaast dient er voldoende lucht in het profiel aanwezig te zijn voor de wortelgroei. In het najaar is een goede ontwatering belangrijk om de maïs te kunnen oogsten zonder structuurschade te veroorzaken aan de bodem.

Een grond is goed ontwaterd wanneer de grondwaterstand gemiddeld nooit hoger komt dan 40 cm beneden maaiveld (winterstand). Naast een goede ontwatering is voldoende vochtvoorziening in het groeiseizoen belangrijk voor goede maïsopbrengsten. Ook hier speelt het niveau van het grondwater een belangrijke rol. Als de bewortelde laag in contact staat met het grondwater vindt er door capillaire werking opwaarts transport plaats van vocht. Als de grondwaterstand fluctueert tussen 40 en 150 cm beneden het maaiveld in combinatie met een klei- of leemhoudende ondergrond wordt door capillaire nalevering vanuit het grondwater de vochtvoorziening het gehele of een deel van het groeiseizoen gewaarborgd.

De hoeveelheid beschikbaar vocht voor het gewas wordt naast de vochtlevering vanuit het grondwater (capillaire opstijging) ook bepaald door de neerslaghoeveelheid en opslagcapaciteit van de bodem. De hoeveelheid bodemvocht die gemakkelijk beschikbaar is voor het gewas varieert per grondsoort. In humusarm grof zand is circa 8 mm per bodemlaag van 10 cm beschikbaar. In humeus, matig leemhoudend fijn zand is dit circa 18 mm. Op zavel en lichte kleigronden is er ongeveer 20 tot 25 mm per 10 cm beschikbaar. Hoe dieper het gewas kan wortelen, hoe meer het gewas kan profiteren van het in de bodem beschikbare vocht. Op humeuze zandgronden met een diep profiel is er ongeveer 150 mm vocht voor het gewas beschikbaar, op ondiepe humusarme zandgronden slechts 50 mm en soms zelfs minder. Deze verschillen kunnen aanzienlijke opbrengstverschillen tot gevolg hebben.



Goede ontwatering van groot belang

3.2 Structuur

Structuur heeft te maken met de ruimtelijke ordening van de bodemdeeltjes. Deze ruimtelijke ordening is van groot belang voor het transport van water en lucht, de beworteling en de stabiliteit en stevigheid van de grond. Een goede structuur wordt over het algemeen gekenmerkt door een kruimelstructuur.

De bewortelingsdiepte van maïs bedraagt in profielen zonder belemmeringen circa 120 cm. Op de meeste gronden is de bewortelingsdiepte echter aanzienlijk geringer door de aanwezigheid van storende lagen. Storende lagen voor de beworteling kunnen een gevolg zijn van plotselinge overgangen in grofheid van de gronddeeltjes of humusgehalte en van een dichte pakking van de grond.

In sommige gronden met een storende laag of afwijkende ondergrond blijft de bewortelingsdiepte beperkt tot de bovenste laag, die vaak niet dikker is dan 25 cm.

Ook op gronden die van nature diep doorwortelbaar zijn kunnen door zware mechanisatie bij het uitbrengen van dierlijke mest en bij de oogst verdichtingen ontstaan. Op gronden met een laag humusgehalte kan de laag onder de bouwvoor tussen 30 en 70 cm diepte zodanig verdicht worden dat maïswortels er niet meer in kunnen doordringen. Het bodemvocht dat zich in de verdichte laag en daaronder bevindt is dan niet meer beschikbaar voor het gewas waardoor de kans op vochttekorten toeneemt. Kies daarom voor een lage bandenspanning en voorkom dat er onder natte omstandigheden op het land wordt gereden (zie ook hoofdstuk 4).

3.3 Temperatuur

Tot aan het 4-5 bladstadium bepaalt de temperatuur van het zaaibed de ontwikkelingssnelheid van de plant doordat de groeipunt van de plant zich tot dat moment onder de grond bevindt. Naast straling en luchttemperatuur bepalen kleur, humusgehalte, poriënfraction en vochtgehalte van de grond in belangrijke mate de snelheid waarmee grond in het voorjaar opwarmt. Natte gronden met een vaste structuur warmen in het voorjaar veel trager op dan droge gronden met een losse structuur. Door een laag poriënvolumen en een hoog vochtgehalte is er meer energie nodig voor opwarming en gaat er bovendien meer warmte verloren door warmtetransport naar de ondergrond en verdamping van water. Doordat zandgronden gemiddeld sneller opwarmen dan klei- en veengronden zijn deze over algemeen meer geschikt voor de teelt van maïs.

3.4 Bodemkwaliteit en organische stof

Bodemkwaliteit kunnen we op diverse manieren definiëren. Een landbouwkundige definitie is: "Het vermogen van de bodem om gewassen op langere termijn van voldoende water en nutriënten te voorzien zodat de gewassen tot een hoge productie per eenheid productiefactor komen met een lage belasting voor de omgeving". Organische stof speelt een centrale rol bij bodemkwaliteit omdat dit een functie heeft bij verschillende processen in de bodem:

- Levering van nutriënten. Bij de afbraak van organisch materiaal komen nutriënten (met name N, P en S) vrij. In de literatuur wordt een kritisch gehalte van 1,7% genoemd. Beneden dit gehalte lijken gewassen op uiteenlopende grondsoorten bij een gematigde stikstof bemesting de potentiële opbrengst niet te kunnen halen. Als indicatie wordt ook wel genoemd dat de extra stikstoflevering op deze zandgronden als gevolg van een hoger organisch stofgehalte wordt geschat op 25 kg per hectare per procent organische stof.
- Vochthoudend vermogen. Het effect van organische stof op de hoeveelheid beschikbaar vocht is afhankelijk van de grondsoort. Vooral op zandgronden neemt de hoeveelheid beschikbaar vocht toe bij een hoger organisch stofgehalte. Voor bodems met een fijne textuur (zoals klei) is het effect veel kleiner. Uit berekeningen blijkt dat in een bouwvoor (25 cm) van gronden met een laag lutumgehalte (3%) minimaal 1% organische stof nodig is om 40 mm vocht te kunnen leveren. In een grond zonder lutum (zoals zandgrond) is hiervoor al gauw een organisch stofgehalte nodig van 2%. Voor zandgronden met een organische stofgehalte van 2 tot 8% geldt globaal dat 1% meer organisch stof 4-6 mm meer vocht geeft.
- Vermogen van de grond om nutriënten vast te houden. Organische stof heeft net als kleideeltjes het vermogen om nutriënten (kationen) vast te houden (adsorberen). Naarmate een grond een groter adsorptievermogen heeft, is het in staat om langer nutriënten na te leveren. Het adsorptievermogen van organische stof is pH-afhankelijk. Voor zandgronden lijkt een organisch stofgehalte van 3% minimaal gewenst om bij een gangbare pH-KCL van 5 nog een redelijke adsorptiecapaciteit te hebben. Voor kleigronden ligt het minimaal gewenste organische stofgehalte lager, omdat de kleideeltjes ook voor adsorptiecapaciteit zorgen.
- Bodemleven en ziekteverend vermogen. Naast het gehalte aan organische stof, de afbreekbaarheid en de C/N verhouding van het materiaal, spelen ook de aanwezigheid en de activiteit van het bodemleven een rol bij de uiteindelijke nutriënten levering (met name stikstof). De aanwezigheid en activiteit van het bodemleven worden voornamelijk bepaald door de omgevingsfactoren zoals type organisch materiaal, de pH, de bodemtemperatuur en het vochtgehalte. Organische stof kan ook het ziekteverend vermogen van een bodem verhogen door meer biologische activiteit en een grote diversiteit aan bodemorganismen.

- Structuur, verkruijmelbaarheid en slemgevoeligheid. Organische stof heeft een positieve invloed op de structuur. Het geeft een betere binding tussen de bodemdeeltjes waardoor de aggregaatstabiliteit wordt vergroot. Daarnaast heeft organische stof een positief effect op de structuur door de volgende processen:
 - De dichtheid wordt lager doordat de minerale fractie door het organische materiaal wordt verdund.
 - Organische stof geeft meer kleine poriën. Dit heeft over het algemeen een positief effect op het transport van water en lucht door een betere verhouding tussen het aandeel grote en kleine poriën.
 - Organische stof heeft een positief effect op het bodemleven waardoor ook het aantal gravende organismen toeneemt. Het graven van “gangen” heeft een positief effect op de structuur.

In de literatuur worden gehalten genoemd van 3-3,5% organische stof voor voldoende binding van bodemdeeltjes. Omdat er een sterke correlatie bestaat tussen klei en organisch stofgehalte is het minimum gewenste organische stofgehalte erg afhankelijk van het bodemtype.

- Uitspoeling van stikstof. Een toename van het organische stofgehalte kan enerzijds leiden tot meer gevoeligheid voor uitspoeling van stikstof door extra mineralisatie. Dit risico is er vooral wanneer de organische stof aanwezig is in een jonge gemakkelijk afbreekbare vorm met een lage C/N verhouding. Het risico kan dus beperkt worden door organische materiaal aan te voeren dat vrij stabiel is en langzaam afbreekt. Anderzijds leidt een toename van het organische stofgehalte tot een beperking van de gevoeligheid voor stikstofuitspoeling doordat het vochthoudendvermogen van de grond toeneemt. Gezien dit positieve effect van organische stof op de uitspoeling wordt voor zandgronden soms een gehalte van 2,5% genoemd als ondergrens.



Organische stof aanvoer door inzaai groenbemester

Uit het voorgaande blijkt dat het gewenste organische stofgehalte afhankelijk is van uiteenlopende aspecten. Voor de Nederlandse gronden zijn dan ook nog geen streeftrajecten bekend.

Naast het organische stofgehalte zijn er diverse andere chemische, fysische en biologische indicatoren die in een laboratorium kunnen worden bepaald en die ook een rol spelen bij bodemkwaliteit. Bodemkwaliteit is echter een complex begrip en niet met één indicator te beoordelen. Daarnaast ontbreekt vaak nog een goede richtwaarde, bijvoorbeeld bij biologische indicatoren.

Bodemkwaliteit kan men ook met het blote oog beoordelen. Een profielkuil van een meter diep brengt de verschillende bodemlagen in beeld en kunnen de bewortelingsdiepte en de verticaal kruipende wormen tonen. Minder bewerkelijk is het uitsteken van een 30 x 30 cm² brok grond van 25 cm diep en vervolgens de verkrumelbaarheid beoordelen.

Organische stofbalans en groenbemester

In de bodem wordt organische stof afgebroken door natuurlijke processen. De hoeveelheid die afgebroken wordt is o.a. afhankelijk van grondsoort, organische stofgehalte, bouwvoordikte, bewerkingintensiteit, vocht, temperatuur en pH. Bij een organische stofgehalte van 3% en een bouwvoordikte van 25 cm wordt jaarlijks al gauw 2-3000 kg organische stof afgebroken. Deze afbraak worden gecompenseerd met aanvoer van organische stof uit gewasresten, mest en evt. de teelt van een groenbemester. De bijdrage vanuit gewasresten is bij snijmaïs beperkt en binnen het nieuwe mestbeleid is ook de aanvoer vanuit mest beperkt. M.n. op de lichtere (zand)gronden is de teelt van een groenbemester daarom een must om het organische stofgehalte op peil te houden. Het opstellen van een organische stofbalans is een goed hulpmiddel om inzicht te krijgen in de aan- en afvoerposten van organische stof. Op de aanvoerzijde van de balans staan de posten organische mest, gewasresten incl. wortels en stoppels en eventueel een groenbemester. Op de afvoerzijde staat de onvermijdelijke jaarlijkse afbraak van organische stof in de bouwvoor. Bij de balansberekening wordt uitgegaan van de effectieve organische stof (eos). Dit is de hoeveelheid organische stof die na een jaar na toediening nog in de bodem aanwezig is. Er zijn normen opgesteld over de toevoer van effectieve organische stof door wortel- en gewasresten, dierlijke mest en groenbemesters. In tabel 3.1 zijn een aantal normen weergegeven die bij de snijmaïsteelt van belang zijn.

Tabel 3.1 Effectieve organische stof levering van gewasresten, mest en goed geslaagde groenbemesters

Product	Effectieve organische stof levering
Gewasresten snijmaïs (kg/ha/jaar)	660
Mest (kg/ton)	
- runderdrijfmest	33
- varkensdrijfmest	20
- Vaste mest	80
Groenbemester (kg/ha/jaar)	
- Italiaans/westerwolds	1080
- Rogge, bladkool, bladrammenas	850

De leveringen van effectieve organische stof van groenbemesters zijn gebaseerd op een goed geslaagd gewas. Om deze hoeveelheden organische stof te bereiken moet er een bovengrondse opbrengst staan van circa 2500 kg drogestof. In de praktijk wordt deze opbrengst vaak lang niet

gehaald. In dat geval zal dan ook gerekend moeten worden met een lagere aanvoer van effectieve organische stof uit de groenbemester dan in tabel 3.1 aangegeven.

Voorbeeld organische stofbalans

Uitgangspunten: zandgrond 3% organische stof
 Bouwvoor 25 cm
 40 m³ runderdrijfmest per jaar
 Groenbemester winterrogge, goed geslaagd

Effectieve organische stof (kg/ha)			
Aanvoer		Afvoer	
40 m ³ runderdrijfmest	1200	Afbraak	2625
Gewasresten	660		
Totaal	1860	Totaal	2625
Tekort zonder groenbemester	765		
Groenbemester, goed geslaagd	850		
Tekort met groenbemester	-85		

3.5 Zuurgraad

De zuurgraad van de grond wordt uitgedrukt met pH. Hoe lager de pH hoe zuurder de grond, wat duidt op een kalkarme toestand. Een grond is neutraal bij een pH van 7. Zand-, dal- en veengronden hebben van nature een vrij lage pH. De meeste jonge zeekleigronden zijn neutraal en kalkrijk. Bij oudere zeekleigronden kunnen ook lage pH's voorkomen. De pH is van invloed op o.a. de beschikbaarheid van nutriënten voor het gewas en de biologische activiteiten in de bodem. Op kleigrond hangt de optimale pH ook af van de gevolgen voor de bodemstructuur. Bij een te lage pH vallen kleimineralen, en daarmee bodemdeeltjes uit elkaar, waardoor gemakkelijk slomp ontstaat. De optimale pH verschilt per grondsoort en hangt af van het organische stof- en lutumgehalte. We geven per grondsoort de streefwaarden van de pH-KCl weer. Een uitgebreide waardering van de pH-KCl is te vinden in "Adviesbasis bemesting grasland en voedergrassen" www.bemestingsadvies.nl. Wanneer de pH lager is dan de streefwaarde is het nodig deze te verhogen. De berekening van de kalkgift wordt beschreven in hoofdstuk 5.

Zand, dalgrond en veen

Bij zand, dalgronden en veen is de gewenste pH afhankelijk van het organische stofgehalte. In tabel 3.2 is de gewenste pH-KCl voor deze gronden weergegeven.

Tabel 3.2 Streefwaarden pH-KCl van zand, dalgronden en veen

Organische stofgehalte van de grond (%)	Gewenste pH
< 5,0	5,3 - 5,7
5,0 - 7,9	5,1 - 5,5
8,0 - 14,9	5,0 - 5,4
> 15,0	4,8 - 5,2

Rivierklei en overgangsgronden zand/rivierklei

Bij rivierklei en overgangsgronden tussen zand en rivierklei is de gewenste pH afhankelijk van het lutumgehalte. In tabel 3.3 is dit weergegeven.

Tabel 3.3 Streefwaarden pH-KCl van rivierklei en overgangsgronden tussen zand en rivierklei

Lutumgehalte van de grond (%)	Gewenste pH
< 8	6,0 - 6,3
8 - 12	6,2 - 6,5
> 12	6,4 - 6,7

Löss en overgangsgronden zand/löss

Bij löss en overgangsgronden tussen zand en löss is de gewenste pH afhankelijk van het lutumgehalte van de grond. Bij een lutumgehalte kleiner dan 10 ligt de gewenste pH-KCl tussen 6,3 en 7,0. Bij een lutumgehalte van 10 of hoger ligt de gewenste pH-KCl tussen 6,6 en 7,5.

Zeeklei en overgangsgronden zand/zeeklei

Bij zeeklei en overgangsgronden tussen zand en zeeklei is de gewenste pH afhankelijk van het organische stofgehalte en van het lutumgehalte van de grond. In tabel 3.4 staat de gewenste pH-KCl voor deze gronden. Zie voor een meer gedetailleerde tabel "Adviesbasis bemesting grasland en voedergrassen" www.bemestingsadvies.nl.

Tabel 3.4 Streefwaarden pH-KCl van zeeklei en overgangsgronden tussen zand en zeeklei

Lutumgehalte van de grond (%)	Organische stofgehalte van de grond (%)							
	1,0 - 1,9	2,0 - 2,9	3,0 - 4,9	5,0 - 9,9	10,0 - 14,9	15,0 - 24,9	25,0 - 34,9	> 34,9
< 8	> 6,6	> 6,1	> 5,8	> 5,4	> 5,0	> 4,6	> 4,2	> 3,9
8 - 12	> 6,6	> 6,2	> 5,9	> 5,6	> 5,2	> 4,8	> 4,4	> 4,0
12 - 18	> 6,6	> 6,3	> 6,1	> 5,9	> 5,4	> 5,0	> 4,5	> 4,1
18 - 25	> 6,7	> 6,5	> 6,3	> 6,0	> 5,6	> 5,1	> 4,6	> 4,2
25 - 30	> 7,0	> 6,8	> 6,6	> 6,3	> 5,8	> 5,3	> 4,7	> 4,3
30 - 35	> 7,1	> 7,0	> 6,9	> 6,5	> 6,0	> 5,5	> 4,9	> 4,4
> 35	> 7,1	> 7,1	> 7,0	> 6,7	> 6,2	> 5,6	> 5,0	> 4,5

3.6 Erosie en slemp

Wind en water veroorzaken bodemerosie. Erosie door wind komt vooral voor op de veenkoloniale gronden in Noordoost-Nederland, watererosie vooral op de hellingen in Zuid-Limburg. Erosie is ongewenst omdat vruchtbare bovengrond wordt afgevoerd. Bij watererosie nemen bovendien de risico's van afspoeling van mineralen naar oppervlaktewater toe.

Slemp komt vooral voor op lichte zavelgronden met een laag organisch stofgehalte. Ook een laag calciumgehalte verhoogt de kans op slemp. Bij slemp vloeien onder natte omstandigheden bodemdeeltjes ineen waardoor na opdroging een dicht hard laagje wordt gevormd. Hierdoor neemt de luchtdoorlatendheid af, waardoor de ontwikkeling van de maïs vertraagt.

Grondbewerking

Grondbewerking vergroot de kans op het ontstaan van erosie en slomp, omdat de structuur van de bovengrond wordt gebroken. Een beperkte, niet-kerende grondbewerking in combinatie met de inzaai van een bodembedekker heeft de voorkeur. Hierdoor blijven meer gewasresten bovenin de bodem waardoor risico's van erosie en slomp verminderen. Wanneer er toch wordt geploegd kan men ter voorkoming van watererosie op hellingen het beste met de hoogtelijnen mee ploegen.

Bodembedekker als erosiebestrijding

De risico's van erosie en slomp kan men verminderen door na de oogst van het gewas voorafgaand aan maïs een bodembedekker in te zaaien. Hiervoor kan men de gangbare groenbemestingsgewassen gebruiken. De bodembedekker moet 3 weken voor het zaaien van de maïs worden gedood om te voorkomen dat de grond te veel uitdroogt. Vorstgevoelige gewassen zoals gele mosterd vriezen tijdens de winter vaak al kapot.

De teelt van maïs in een bodembedekker zonder verdere grondbewerking gaf een afname van bodemverlies van 80-90%. Dit systeem kost echter wel opbrengst en vraagt een aangepaste teelttechniek (zaai techniek, onkruidbestrijding en mesttoediening). Door een oppervlakkige grondbewerking (frees) uit te voeren kan opbrengstreductie worden voorkomen. Ook kan men een zaairijenfrees gebruiken waarbij gelijktijdig met het zaaien smalle stroken van circa 10 cm breed worden losgemaakt waarin men het zaad zaait. Naarmate de bewerking intensiever is, neemt de erosiebescherming af. De afname van het bodemverlies bij genoemde bewerkingen bedraagt 70-80% bij een zaairijenfrees en 20-70% bij een oppervlakkige zaaibedbereiding.

Mechanische onkruidbestrijding is slechts in zeer beperkte mate mogelijk. Eventueel kan men met een rijenbespuiting de gewasrij onkruidvrij houden en vanaf het 4-5-bladstadium het onkruid tussen de gewasrijen met een rijenfrees bestrijden.

3.7 Droogte en beregening

Veel zandgronden in het zuiden en oosten van Nederland zijn gevoelig voor droogte in het groeiseizoen. Het voorkomen van bodemverdichting om de bewortelingsdiepte en daarmee de vochtopname maximaal te houden is daarom erg belangrijk. Daarnaast kan het risico van verdroging op droogtegevoelige gronden worden verkleind door:

- maïs te telen met een lagere plantdichtheid dan de gebruikelijke 100.000 per ha en/of rassen bladarmere rassen te gebruiken. Onder droge omstandigheden is minder bladmassa gunstig. Er verdampt dan relatief minder water;
- rassen te telen die vroeg bloeien en een goede celwandverteerbaarheid hebben. Vroegbloeiende rassen hebben tijdens de korrelzetting een grotere kans te ontsnappen aan een vroegtijdig vochttekort omdat de kans op droogte in de loop van het seizoen toeneemt. Wanneer tijdens de korrelzetting toch een vochttekort optreedt, blijft de voederwaarde van rassen met een goede celwandverteerbaarheid beter op peil dan van rassen met een hoog kolfaandeel.

Bij vochttekort kan men de hoeveelheid neerslag aanvullen met beregening. Om tijdig te kunnen beginnen met beregenen is het nodig om de actuele vochtvoorraad te weten. Deze kan op meerdere manieren worden ingeschat.

- De grond met een gutsboor tot bouwvoordiepte bekijken en in de hand te kneden. Hiermee kan men in korte tijd een indruk krijgen van de vochtvoorraad van de bovengrond. Voor zandgrond geldt dat wanneer de grond nog goed kneedbaar is beregenen nog niet nodig is. Wanneer de grond niet meer kneedbaar is en brokkelig, kruimelig en iets stoffig, is beregenen nodig.
- Met behulp van de beregeningswijzer die door Wageningen UR Livestock Research is ontwikkeld kunt u 'op maat beregenen' De wijzer is te bestellen via een mail naar

info.livestockresearch@wur.nl. De methode is gebaseerd op het drogen van grond (bijv. in een magnetron). Hiermee kan men op eenvoudige wijze de actuele vochttoestand van de bovengrond bepalen. Nodig zijn een gutsboor, een magnetron en een keukenweegschaal. Met een aantal steken met de gutsboor verzamelt men grond en droogt dit in de magnetron. Na het drogen wordt de hoeveelheid vocht die de grond bevat berekend. In de beregeningswijzer kan men aflezen of dit voor de betreffende grondsoort voldoende is.

- De vochtvoorraad berekenen met een vochtboekhouding. Dit is een dagelijkse optel- en aftreksom van de hoeveelheid water van neerslag, beregening en capillaire nalevering en verdamping. Gewasverdamping onttrekt water aan de wortelzone en neerslag, beregening en capillaire nalevering vullen de vochtvoorraad in de wortelzone aan.

Voor het beregenen van maïs wordt geadviseerd het juiste tijdstip te bepalen met de gutsboor en door eventueel grond te drogen in de magnetron. Het opstellen van een vochtboekhouding is voor maïs vrij gecompliceerd, door een toenemende bewortelingsdiepte in de loop van het seizoen en een referentieverdamping die gecorrigeerd moet worden met een gewasfactor.

Wanneer de vochtvoorraad onvoldoende is, kan men beregenen. De gift moet worden gerelateerd aan de bewortelingsdiepte. Voor een inschatting van de dikte van de wortelzone kan men rekenen met een beworteling van 30 cm bij 50% bodembedekking, oplopend naar maximaal 60 cm bij 100% bedekking en maximaal 90 cm bij bloei. De maximale bewortelingsdiepte wordt echter niet altijd bereikt en is afhankelijk van de grondsoort.

Voor de meeste gronden geldt dat er circa 8 mm beregend kan worden per 10 cm bewortelbare zone. Uitgaande van een bewortelbare zone van minimaal 60 cm kan men zo'n 50 mm beregenen. Dit is te veel om in één gift te geven. De maïsplanten van een volgroeid gewas veroorzaken een slechte verdeling van het beregeningswater naar en in de bodem. Met name in de maïsrij komt door stroming langs stengel en blad het meeste water. Dit veroorzaakt kans op plaspvorming. Beter is het om twee giften achter elkaar te geven van 25 mm. Met mooi zonnig weer verdampt in de maïs 5 tot 7 mm per dag (referentie gewasverdamping x gewasfactor). Dit betekent dat onder dergelijke omstandigheden elke 10 dagen beregend moet worden.

Het meeste voordeel van beregenen behaalt men in de periode van bloei tot korrelvulling. Maïs gaat dan efficiënter om met water dan gras. Het advies is om bij een neerslagtekort in die periode het beregenen van snijmaïspercelen voorrang te geven boven graslandpercelen. Bij beregening in maïs moet men door het gewas rijden, waardoor 2-5% van de oppervlakte niet meer productief is. Uit berekeningen in bedrijfsverband is gebleken dat beregenen van snijmaïs op droge zandgrond gunstig is voor de mineralenbenutting en voor verlaging van het nitraatgehalte in grondwater. Of beregenen van snijmaïs financieel aantrekkelijk is, hangt af van de extra kosten die men voor beregenen maakt (zie ook hoofdstuk 13). Wanneer men de beschikking heeft over een regeninstallatie, is maïs beregenen bij droogte zeker zinvol.

Praktisch handvat voor beregenen

Een eerste zichtbare verschijnsel van een vochttekort is dat het blad overdag gaat krullen. In het begin herstelt zich dat 's nachts weer. Een praktisch handvat om te beginnen met beregenen is wanneer 's morgens het blad nog gekruld is.

3.8 Het bouwplan

Het maximale aandeel snijmaïs dat men op een veehouderijbedrijf kan telen, wordt bepaald door het aandeel percelen met een geschikte grondsoort. De hoeveelheid maïs die uiteindelijk wordt geteeld is afhankelijk van diverse factoren. Daarbij speelt de verkaveling vaak een duidelijke rol.

Maïs is een gewas dat men eenmalig per jaar hoeft te oogsten. Daarom is het aantrekkelijk om op percelen op afstand van het bedrijf maïs te telen. Om voldoende beweidingsruimte te houden, teelt men maïs vaak niet op percelen die beweid kunnen worden door het melkvee. Het aandeel maïs in het rantsoen (zie hoofdstuk 12) is ook van invloed op het aandeel maïs in het bouwplan. Daarnaast zijn nog een aantal economische factoren van invloed op het aandeel snijmaïs (zie hoofdstuk 13).

Continueelt

Maïs heeft weinig last van bodemgebonden ziekten en plagen en kan daarom relatief goed in continueelt worden verbouwd. De kans op aantasting door de schimmelziekte wortelverbruining neemt echter toe bij continueelt (zie hoofdstuk 9). Daarnaast kunnen ook het aantal van de wortelaaltjes *Pratylenchus* en *Tylenchorhynchus* toenemen. Schade door aaltjes is echter nog nooit aangetoond.

Continueelt heeft gemiddeld een negatieve invloed op de bodemkwaliteit. Door het relatief late oogsttijdstip is de kans dat er onder natte omstandigheden moet worden geoogst vrij groot. Hierdoor ontstaat structuurbeschadiging. Daarnaast is de bewortelingsdiepte en –intensiteit niet groot en de inbreng van organische stof door het gewas in de bodem beperkt.

Om het organische stofgehalte op peil te houden zijn naast organische mest voor de bemesting extra maatregelen nodig, zoals het gebruik van een groenbemester en eventueel aanvoer van organische stof via compost. Het toedienen van voldoende organische stof brengt echter vaak met zich mee dat fosfaat wordt overgedoseerd. Immers, alleen 40 m³ runderdrijfmest is al voldoende om de fosfaatonttrekking door maïs te dekken, maar compenseert meestal niet de afbraak aan organische stof in de bodem.

Continueelt geeft een snellere vermeerdering van onkruiden die minder gevoelig zijn voor gangbare herbiciden en kan leiden tot resistentie van onkruiden tegen herbiciden.

Door bovenstaande effecten kan continueelt leiden tot opbrengstderving van 10 – 20%.



Maïs afwisselen met gras is goed voor de bodem

Wisselbouw

Op melkveehouderijbedrijven komt het afwisselen van maïs met andere gewassen vaak neer op wisselbouw van maïs en gras. Door wisselbouw kan men organische stofgehalte van het bouwlanddeel op peil houden. Wanneer maïs na gras wordt geteeld kan het profiteren van de stikstofnalevering uit de ondergeploegde zode. Daarnaast leidt wisselbouw in vergelijking met continueelt tot een extra maïsoopbrengst van 3-7%. Dit wordt dus veroorzaakt door andere factoren dan organische stofgehalte en de stikstofnalevering en is afhankelijk van de leeftijd van het grasland (zie tabel 3.4).

Tabel 3.4 Vruchtwisselingseffect (% extra opbrengst) bij wisselbouw van gras en maïs

Jaren	Leeftijd grasland		
	2	3	≥ 4
Extra opbrengst (%)	3	5	7

Tegenover het hogere organische stofgehalte van het maïsland staat dat organische stof van het graslanddeel wordt afgebroken. In hoeverre dit leidt tot lagere graslandopbrengsten is afhankelijk van de grondsoort.

Vaak wordt verondersteld dat vruchtwisseling ook voordelig is voor de onkruidbestrijding, met name voor lastige wortelonkruiden. Wanneer een grote voorraad van zaadonkruiden in de bodem zit is het door de grote persistentie van deze zaden vaak moeilijk om door wisselbouw deze onkruiden te bestrijden. Wisselbouw is dan ook meer een systeem om hoge onkruiddruk te voorkomen dan om onkruiddruk te verlagen.

Wisselbouw is echter lang niet altijd uitvoerbaar. In verband met beweiden verbouwt men maïs vaak op percelen verder van het bedrijf. Gras kan beter worden verbouwd op de lagere vochtige gronden die in het voorjaar lang nat en koud blijven en in het najaar kans op problemen bij de snijmaïsoogst geven. Hooggelegen, drogere gronden zijn meer geschikt voor de maïsteelt. Ook moet economisch gezien het voordeel van vruchtwisseling opwegen tegen de extra graslandkosten (inzaai, afrastering). In algemeen geldt voor de praktijk dat wisselbouw vooral interessant is voor het maïsdeel en aantrekkelijker wordt naarmate gronden landbouwkundig gezien slechter (droog zand met laag organisch stofgehalte en zware klei) zijn en de mogelijkheid tot het gebruik van meststoffen en water beperkter zijn.

Vruchtwisseling met akker- en tuinbouwgewassen

Op akker- en tuinbouwbedrijven wordt maïs meestal afgewisseld met andere akker- en tuinbouwgewassen. Op deze bedrijven vervangt maïs vaak een graangewas. Afhankelijk van de snijmaïsprijzen en de afrijpingsomstandigheden wordt het gewas ook wel afgezet als korrelmaïs of CCM. Voor bedrijven op lichte gronden is het belangrijk om te weten dat maïs hoge dichtheden maïswortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne chitwoodi*) en wortellesieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*) nalaat. Deze aaltjes veroorzaken ernstige opbrengst- en kwaliteitsschade in diverse gewassen. Vanaf 2006 is de inzaai van een groenbemester na snijmaïs verplicht op zand- en lössgrond. Bij de keuze van de groenbemester moet men rekening houden met de aaltjessituatie. Ook op melkveebedrijven teelt men soms naast gras en maïs andere voedergewassen, bijvoorbeeld GPS-teelt van graan. Doorbreking van de continueelt met dergelijke gewassen is gunstig voor de bodemgezondheid (vermindering wortelverbruining) en voor de bodemstructuur, doordat vooral graan veel organische stof achterlaat in de bodem en een intensievere beworteling heeft.

4	Grondbewerking	
4.1	Hoofdgrondbewerking	44
4.2	Zaaibedbereiding	45
4.3	Stoppelbewerking	46
4.4	Corrigerende grondbewerkingen	46
4.5	Minimum/zero-tillage	48

4 Grondbewerking

Voor een ongestoorde groei is een snelle en intensieve doorworteling van de bodem vereist. Hierbij is een goede bodemstructuur van groot belang. Om deze te behouden moet de grond met zorg worden behandeld bij berijding. Dat betekent zo min mogelijk onder natte omstandigheden op het land rijden en letten op een juiste bandenspanning. Kies voor banden waarbij een lage bandenspanning mogelijk is en zonodig voor brede banden eventueel aangevuld met een drukwisselsysteem om verdichting te voorkomen. Voor de bodem varieert een optimale bandenspanning van 0,4 bar (voorjaarswerkzaamheden) tot 0,8 bar (andere werkzaamheden). Dit is in praktijk vaak moeilijk haalbaar. Een praktisch compromis is een bandenspanning van de trekker van 1-1,2 en van de werktuigen van 0,8-1,0 bar.

Ook een juist uitgevoerde grondbewerking speelt een belangrijke rol bij het instandhouden van een goede bodemstructuur. In dit hoofdstuk behandelen we de hoofdgrondbewerking, zaaibedbereiding, stoppelbewerking en corrigerende grondbewerkingen.

4.1 Hoofdgrondbewerking

Een belangrijk doel van de hoofdgrondbewerking is het onderwerken van gewasresten en onkruiden. Andere redenen zijn verbetering van de afvoer en berging van overtollige neerslag en wegnemen van oppervlakkige verdichtingen ontstaan bij de oogst.

Op zandgrond vindt de hoofdgrondbewerking doorgaans in het voorjaar plaats, op kleigrond meestal in het najaar. Bij een najaarsgrondbewerking heeft de grond voldoende tijd om te verwerken en te bezakken, zodat er in het voorjaar sprake is van een goede aansluiting met de ondergrond. Op zandgrond is de tijd tussen hoofdgrondbewerking en zaaibedbereiding vaak kort (1-2 weken), omdat voor de hoofdgrondbewerking eerst nog dierlijke mest wordt uitgereden. Voor een goede benutting kan men dit het beste zo laat mogelijk doen. Hierdoor is er onvoldoende tijd voor een voldoende bezakking van de bouwvoor. In dat geval kan de hoofdgrondbewerking het beste in combinatie met een vorenpakker worden uitgevoerd. Het voordeel hiervan is dat men hiermee tegelijkertijd een zaaibed klaarlegt. Naarmate men de bewerking dieper uitvoert, moet een dikkere grondlaag worden aangedrukt en is een grotere vorenpakker nodig. Bij een diepte van 20-25 cm is een vorenpakker met een doorsnede van 70 cm voldoende.

Dierlijke mest toedienen na de hoofdgrondbewerking heeft het voordeel dat de mest ondiep kan worden toegediend. Ook kan de hoofdgrondbewerking dan vroeger worden uitgevoerd. Nadeel is dat de risico's van structuurschade toenemen, vooral op lagere, natte gronden.

Een bewerkingsdiepte van 20-25 cm is meestal voldoende. Een diepere bewerking verhoogt het risico dat schralere grond naar boven wordt gehaald. Bovendien komt vóór de hoofdgrondbewerking toegediende dierlijke mest dieper in de bouwvoor terecht. Dit is ongunstig voor de benutting. Wanneer onder ongunstige omstandigheden is geoogst, is soms een diepere bewerking nodig.

Bij de hoofdgrondbewerking is er de keuze tussen een kerende en een mengende bewerking. Een kerende grondbewerking wordt meestal uitgevoerd met een ploeg. Het voordeel is dat men gewas- en onkruidresten goed wegwerkt. Ondergronders aan een ploeg kunnen verdichtingen vlak onder de bouwvoor opheffen. Spitten geeft vooral onder natte omstandigheden een beter resultaat dan ploegen doordat er minder kans is op versmering, wielslip en vastrijden van de ploegvoor. Een mengende bewerking is mogelijk met een vastetandcultivator. Hiermee kunnen tevens verdichtingen vlak onder de bouwvoor worden opgeheven. Voordeel is dat het organisch materiaal bovenin de bouwvoor blijft. Dit spaart het bodemleven en kan een positieve invloed hebben op de

structuur. Te diep losmaken van de grond verhoogt wel het risico dat de vochtlevering van onder uit het profiel stagneert. Verder wordt dierlijke mest minder diep ondergewerkt dan bij een kerende bewerking.

Nadeel van zowel de vastetandcultivator als de spitmachine is dat de gewasresten minder goed worden weggewerkt. Dit is vooral van belang wanneer een groenbemester is geteeld. Ook is de onkruiddruk in het algemeen hoger.



Ploeg niet dieper dan noodzakelijk

4.2 Zaaibedbereiding

Bij een goed uitgevoerde zaaibedbereiding moet de grond tot op zaaidiepte losliggen. Een losse bovengrond die gemakkelijk opdroogt, warmt sneller op dan een natte, zodat de kieming en begingroei vlot kunnen verlopen. Het zaad wordt net in de vaste ondergrond gezaaid zodat er voldoende vocht is voor de kieming.

Bij de zaaibedbereiding is een vlakke ligging noodzakelijk, vooral bij mechanische onkruidbestrijding. Ook bij de oogst voorkomt een vlakke ligging van de grond vervuiling van snijmaïs met grond. Indien men de hoofdgrondbewerking met een vorenpakker uitvoert, is geen extra zaaibedbereiding nodig. Wanneer geen vorenpakker wordt gebruikt, kan men op zandgrond de triltandcultivator gebruiken. Als de grond nog onvoldoende bezakt is, kan een combinatie worden gebruikt met pakker/aandrukrol voor een voldoende stevige ondergrond. Het wiel aan wiel aanrijden met dubbellucht raden we af. Dit veroorzaakt een ongelijke ligging van het zaaibed en verschillen in dichtheid in de bouwvoor. Vooral de toplaag wordt dan verdicht.

Op kleigrond wordt, afhankelijk van de omstandigheden (zwaarte, slempgevoeligheid), gebruik gemaakt van zowel niet als wel aangedreven werktuigen. De grond moet niet te fijn liggen vanwege slempgevaar.

4.3 Stoppelbewerking

Een belangrijk doel van de stoppelbewerking is de afvoer van overtollige neerslag en het opheffen van oppervlakkige verdichtingen. Dit is vooral belangrijk wanneer onder ongunstige omstandigheden is geoogst. Met een stoppelbewerking wordt ook overblijvend onkruid bestreden en stoppelresten ingewerkt zodat ze beter verteren. Tenslotte kan men tegelijkertijd een zaaibed klaarmaken voor de inzaai van een groenbemester. Op zand en lössgronden is de teelt van een groenbemester verplicht. Voor de stoppelbewerking gebruikt men meestal een cultivator en soms een stoppelploeg. Bij de inzaai van groenbemesters wordt ook wel gebruik gemaakt van zaaibedbereiding-zaai-combinaties. Er moet voor gewaakt worden dat de grond niet te fijn wordt gemaakt om verslamping gedurende de winter te voorkomen.

4.4 Corrigerende grondbewerkingen

Op veel zandgronden is sprake van verdichte lagen onder de bouwvoor als gevolg van zware machines bij mest uitrijden en bij de oogst. Door de verdichting op te heffen kunnen het vochtleverend vermogen en de bewortelingsdiepte worden vergroot. Anderzijds wordt overtollig water sneller afgevoerd. Daarnaast kan tijdens de jeugdfase de bovengrond dichtslaan als gevolg van overtollige neerslag.

Opheffen verdichte lagen

Na het diep losmaken van het profiel is de grond zeer gevoelig voor nieuwe verdichtingen. Het is dan ook belangrijk de bewerking onder droge omstandigheden uit te voeren en de grond na de bewerking geruime tijd te laten bezakken. Het beste tijdstip is het najaar vlak na de maïsoogst, mits de grond droog is. De bewerking mag niet dieper worden uitgevoerd dan de diepte waarop zich de verdichting bevindt.

Bij een diepe grondbewerking met als doel verdichtingen op te heffen is het niet de bedoeling om diepe, schale bodemlagen te mengen met vruchtbare bovengrond. Ter plekke van de verdichting mag wel enige menging plaatsvinden.

Het meest effectief zijn de plaatwoeler en de spitfrees. De plaatwoeler is opgebouwd uit een frame met twee of drie tanden met aan de onderkant een brede plaat van 20 x 20 cm die onder een hoek van 15 graden met de horizontaal op de gewenste diepte door de grond wordt getrokken. Aan de tanden kunnen een aantal kleinere platen zijn bevestigd. Het werktuig tilt de boven de plaat gelegen kolom grond op. Deze grondkolom zakt na het passeren van de woeler weer iets terug. De spitfrees is opgebouwd uit roterende tanden die door de grond draaien. Het gaat om smalle tanden die de grond niet mengen.

Het voordeel van een dieper doorwortelbaar profiel is groter naarmate de plantenwortels makkelijker een grote voorraad vocht kunnen bereiken. De dure bewerking is dan ook alleen rendabel als daarna het gewas aanzienlijk meer vocht aan het profiel kan onttrekken. Dit is vooral het geval als de wortels in een laag kunnen komen waar, door capillaire opstijging, een constante aanvoer van water vanuit het grondwater plaatsvindt.

Verdichtingen zullen opnieuw optreden als de mechanisatie niet wordt aangepast. Onderzoek heeft uitgewezen dat dit ook het geval is wanneer na de diepe bewerking een diepwortelend gewas wordt geteeld. Er is een direct verband tussen wieldruk en verdichting. Op makkelijk verdichtbare gronden, zoals zandgronden met een humusgehalte van minder dan 4%, zal in 6 tot 8 jaar de bodem weer in dezelfde mate verdicht zijn als voor het losmaken. Alleen een lagere belasting van de grond of een

hoger organische stofgehalte kan herverdichting voorkomen. Ook vruchtwisseling met gewassen waarbij minder zware berijding plaatsvindt kan hierbij een positieve rol spelen.



Kijk eens in de grond

Bewerking tijdens de teelt

Door intensieve neerslag kan de bodem dichtslaan. Hierdoor verslechtert de waterafvoer en warmt de bodem minder snel op. Vooral in de jeugdfase ondervindt het gewas hiervan hinder. Onder die omstandigheden kan het gunstig zijn de grond los te maken door een bewerking tussen de rijen uit te voeren. Dit kan het beste met een schoffalbalk. Het is belangrijk niet dichterbij dan 15 cm bij de

rijen te komen en de grond niet dieper los te maken dan 5 cm om wortelbeschadiging te voorkomen.

4.5 Minimum/zero-tillage

Bij minimum/zero-tillage wordt de grond zo min mogelijk bewerkt. Dit kan door slechts een oppervlakkige niet-kerende bewerking uit te voeren en vervolgens te zaaien. Wanneer men met de bewerking tevens een groenbemester oppervlakkig inwerkt, spreekt men van mulchzaai. Ook kan men een zaairijenfrees gebruiken, die alleen ter plekke van de maïsrij de grond ondiep losmaakt. Wanneer helemaal geen grondbewerking wordt uitgevoerd, spreekt men van directzaai. Dit kan op zowel bouw- als grasland.

De voordelen van minimale grondbewerking zijn: kostenbesparing, de vruchtbare bodem wordt bovenin gehouden, bodemleven wordt minder verstoort en bodemstructuur wordt in tact gehouden. Nadeel is een hogere onkruiddruk. Ook de drijfmesttoediening is soms een probleem. Verder warmt de bodem in het algemeen minder snel op, waardoor de ontwikkeling van de maïs wat kan achterblijven. Voordeel van directzaai in grasland is een betere draagkracht doordat de zode zoveel mogelijk in tact wordt gehouden. Onderzoek heeft laten zien dat in vergelijking met ploegen de maïsoptbrengst meestal wat achterblijft bij een oppervlakkige, niet-kerende grondbewerking. In de huidige praktijk komen systemen met een niet kerende grondbewerking vooral in beeld in gebieden waar intensieve grondbewerking minder goed past i.v.m. erosiegevaar zoals op de hellingen in Zuid-Limburg. Het behoud van draagkracht bij directzaai is vooral een voordeel op minder draagkrachtige gronden zoals venige gronden en enkele kleigronden.

Maïs zaaien in graszode

In de praktijk zijn inmiddels diverse ervaringen opgedaan met directzaai van maïs in grasland. Daarvoor zijn twee verschillende systemen ontwikkeld: Systeem Pol, ontwikkelt door H. Pol te Uffelte en De Hunter van Evers-agro. Bij het systeem Pol wordt de maïs in gefreesde strookjes gezaaid. Tevens kan er mest in de gefreesde strookjes worden gegeven. Bij de Hunter wordt de zode alleen opengesneden met een schijfkouter en een woelpoot en wordt de maïs in de snede gezaaid. Met beide systemen kunnen goede opbrengsten worden gehaald. Het systeem Pol is wat breder inzetbaar onder verschillende omstandigheden en op verschillende grondsoorten. Nadeel is nog de lage zaai capaciteit. Voor goede resultaten moet het gras kort voor het zaaien doodgespoten worden.



Maïs in graszode zaaien met systeem Pol (links, machine gebouwd door Kuipers te Greonterp) en met de Hunter van Evers-Agro (rechts)

5	Bemesting	
5.1	Nutriëntenonttrekking.....	50
5.2	Bemestingsadviezen	50
5.2.1	Kalk.....	50
5.2.2	Stikstof.....	55
5.2.3	Fosfaat	57
5.2.4	Kali.....	58
5.2.5	Magnesium	59
5.2.6	Borium, koper en mangaan.....	60
5.3	Toedienen meststoffen.....	62
5.3.1	Gebruiksnormen nieuw mestbeleid	62
5.3.2	Toedienen kunstmest.....	64
5.3.3	Dierlijke mest aanwenden	65
5.4	Groenbemesters.....	68
5.4.1	Teeltmethoden en soorten.....	68
5.4.2	Nalevering	70
5.5	Maïs na gras	71

5 Bemesting

Voor een optimale teelt moet men de bemesting afstemmen op de behoefte van het gewas. De bemestingsadviezen in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op de adviezen van de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (www.bemestingsadvies.nl). Deze commissie is ingesteld door LTO-Nederland en bestaat uit vertegenwoordigers van onderzoek, voorlichting en bedrijfsleven. De adviezen van deze commissie zijn onafhankelijk en voor iedereen beschikbaar. In dit hoofdstuk gaan we in op de nutriëntenonttrekking en de behoefte per element, daarna op het toedienen van meststoffen.

5.1 Nutriëntenonttrekking

Onder onttrekking wordt verstaan de totale opname van nutriënten in de geoogste delen van het gewas gedurende het groeiseizoen. De onttrekking door een gewas verkrijgen we door het gehalte aan bepaalde nutriënten te vermenigvuldigen met de opbrengst van het gewas. De onttrekking hoeft niet per definitie jaarlijks te worden aangevoerd in de vorm van bemesting. Daarbij spelen ook andere factoren zoals bodemtoestand, andere nutriëntenbronnen en -verliezen een rol. In tabel 5.1 zijn onttrekkingscijfers weergegeven van snijmaïs bij verschillende opbrengstniveaus.

Tabel 5.1 Onttrekking van N, P₂O₅, K₂O en MgO (kg/ha) door snijmaïs bij verschillende opbrengstniveaus

Nutriënt	Opbrengstniveau (ton ds/ha)		
	12,0	15,5	19,0
N	145	185	230
P ₂ O ₅	55	70	85
K ₂ O	185	240	295
MgO	25	30	40

De onttrekkingscijfers zijn gebaseerd op gehalten van Blgg AgroXpertus 2005-2007 en CVB 2010 en opbrengstgegevens van K&K bedrijven 2000-2009

5.2 Bemestingsadviezen

Grondonderzoek vormt de basis van de bemestingsadviezen. Het advies is voor elk perceel één keer in de 4 jaar grondonderzoek te laten uitvoeren. Hieronder behandelen we de bemestingsadviezen per element.

5.2.1 Kalk

De pH van de bodem daalt jaarlijks door o.a. gewasonttrekking, uitspoeling, en eventueel de verzurende werking van meststoffen. De pH wordt verhoogd door het gebruik van kalkmeststoffen. Bij bekalking kan men kiezen voor onderhoudsbekalking of voor reparatiebekalking. Bij onderhoudsbekalking bemest men jaarlijks om de pH op peil te houden. Bij een reparatiebekalking wordt naar aanleiding van grondonderzoek de pH verhoogd tot de gewenste pH. De streefwaarden voor de pH staan in paragraaf 3.5.

De neutraliserende werking van een kalkmeststof wordt aangeduid met de term neutraliserende waarde (nw), voorheen met de term zuurbindende waarde. 1 nw komt overeen met 1 kg CaO.

Voer de bekalking bij voorkeur in het najaar uit zodat de vertering van gewasresten wordt bevordert.

Bij giften groter dan 4000 kg nw adviseren we deze giften in meerdere keren te geven. In het algemeen worden giften groter dan 8000 kg nw niet geadviseerd. Pas vlak na een bekalking geen N-bemesting toe met een minerale meststof die ammonium bevat en/of organische mest, omdat dan extra verliezen uit deze meststoffen kunnen optreden.



Een goede pH is een eerste vereiste

Onderhoudsbekalking

Voor de berekening van de kalkgift voor onderhoudsbekalking worden de grondsoorten verdeeld in drie categorieën:

- Zand, dalgrond en veen
- Rivier en zeeklei
- Löss

Zand, dalgrond en veen

De hoeveelheid kalk die per jaar nodig is om de verliezen uit de bouwvoor voor deze gronden aan te vullen is afhankelijk van het organische stofgehalte, de pH en de dikte van de bouwvoor. In tabel 5.2 is de geadviseerde kalkgift (kg nw/ha) per 4 jaar weergegeven bij een bouwvoordikte van 20 cm. Wanneer de bouwvoordikte hiervan afwijkt, kan de kalkgift in dezelfde verhouding worden aangepast.

Tabel 5.2 Benodigde jaarlijkse onderhoudsbekalking (kg nw/ha) voor zand, dalgrond en veen bij een bouwvoordikte van 20 cm

Organische stofgehalte (%)	pH		
	4,5	5	5,5
1	40	60	80
5	90	150	210
10	140	240	330
15	180	300	420
20	210	350	500
25	240	400	550
30	260	430	600
35	280	460	640
40	290	480	680
45	300	500	700
50	310	520	730
55	320	540	750
60	330	550	770
65	340	560	790
70	340	570	800

Rivier en zeeklei

Op kleigronden wordt de hoeveelheid kalk die gemiddeld nodig is om de verliezen uit de bouwvoor aan te vullen geschat op 400 kg nw per jaar. Op lichte gronden zal de hoeveelheid iets kleiner, op zware gronden iets groter zijn. Op kalkrijke kleigronden (meer dan 2% CaCO_3) adviseren we geen onderhoudsbekalking.

Löss

De hoeveelheid onderhoudsbekalking die per jaar nodig is voor deze grondsoort is afhankelijk van het organische stofgehalte, de pH, het lutumgehalte en de dikte van de bouwvoor. Tabel 5.3 toont de geadviseerde kalkgift (kg nw/ha) per jaar bij een bouwvoordikte van 20 cm. Wanneer de bouwvoordikte afwijkt van deze waarde, moet de kalkgift in dezelfde verhouding worden aangepast.

Tabel 5.3 Benodigde jaarlijkse onderhoudsbekalking (kg nw/ha) voor löss bij een bouwvoordikte van 20 cm

% Lutum	pH 5.5 org.stof (%)			pH 6.0 org.stof (%)			pH 6.5 org.stof (%)		
	1	6	12	1	6	12	1	6	12
5	40	90	130	70	140	210	100	200	300
10	80	110	160	120	180	250	170	250	350
15	110	140	180	170	220	280	240	310	400
20	140	170	200	220	260	320	310	370	450
25	170	190	220	270	300	360	380	430	500
30	200	220	250	320	340	390	450	480	550

Reparatiebekalking

Voor de berekening van de kalkgift voor reparatiebekalking worden de grondsoorten verdeeld in twee categorieën:

- Zand, dalgrond en veen
- Rivierklei, zeeklei en löss

Zand, dalgrond en veen

De kalkgift die nodig is voor een reparatiebekalking bij deze grondsoorten, is afhankelijk van het organische stofgehalte, de gewenste pH verhoging en de bouwvoordikte. In tabel 5.4 is de geadviseerde kalkgift (kg nw/ha) per jaar weergegeven bij een bouwvoordikte van 20 cm. Wanneer de bouwvoordikte afwijkt van deze waarde, moet de kalkgift in dezelfde verhouding worden aangepast

Tabel 5.4 Benodigde hoeveelheid reparatiebekalking (kg nw/ha) voor zand, dalgrond en veen bij een bouwvoordikte van 20 cm

Organische stofgehalte (%)	Gewenste pH verhoging			
	0,2	0,4	0,6	0,8
1	180	370	550	740
5	480	960	1440	1920
10	760	1520	2280	3040
15	970	1940	2910	3880
20	1130	2270	3400	4540
25	1270	2530	3800	5070
30	1380	2750	4130	5500
35	1470	2930	4400	5860
40	1540	3090	4630	6170
45	1610	3220	4830	6440
50	1670	3330	5000	6670
55	1720	3440	5150	6870
60	1760	3520	5290	7050
65	1800	3600	5410	7210
70	1840	3670	5510	7350

Rivierklei, löss en zeeklei

Bij de berekeningen van de hoeveelheid kalk die nodig is om de gewenste pH te bereiken worden voor deze grondsoorten twee trajecten onderscheiden, namelijk bekalking tot pH 6,4 en bekalking vanaf pH 6,4 tot de gewenste pH. Indien de gevonden pH lager is dan 6,4 en de gewenste pH is hoger dan 6,4, moet men eerst de kalkgift over het pH-traject tot pH 6,4 berekenen (tabel 5.5). Vervolgens dient de kalkgift over het pH-traject van 6,4 tot de gewenste pH te worden berekend (tabel 5.6). De totale gift is dan de som van beide kalkgiften.

Tabel 5.5 Hoeveelheid benodigde kalk (kg nw/ha) voor zeeklei, rivierklei en löss om de pH te verhogen tot 6,4 bij een bouwvoordikte van 20 cm

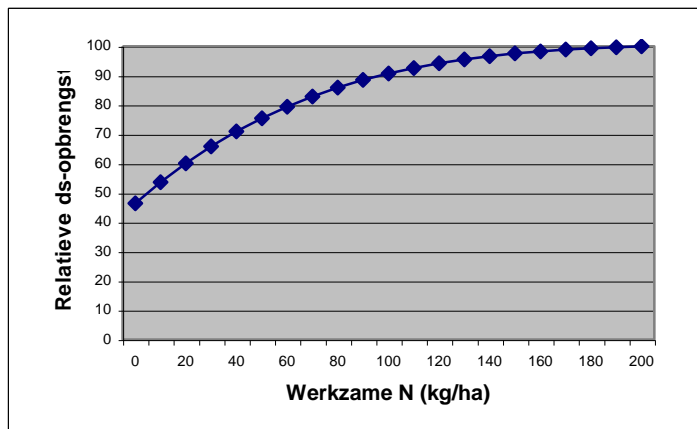
Gewenste PH	Org. stof (%)	1				5				10			
		Verhoging				Verhoging				Verhoging			
	Lutum (%)	8	16	32	64	8	16	32	64	8	16	32	64
Zeeklei													
0.2		230	410	760	1460	400	550	840	1440	580	720	983	1518
0.4		470	820	1520	2920	790	1090	1690	2870	1160	1430	1966	3036
0.6		700	1230	2280	4380	1190	1640	2530	4310	1750	2150	2949	4554
0.8		940	1640	3040	5840	1590	2180	3370	5750	2330	2860	3932	6071
Voor rivierklei en löss moeten bovenstaande uitkomsten vermenigvuldigd worden met onderstaande factor in dezelfde kolom													
Rivierklei		1.07	1.08	1.09	1.09	1.04	1.05	1.07	1.08	1.02	1.04	1.05	1.07
Löss		1.25	1.29	1.31	1.33	1.13	1.19	1.24	1.28	1.08	1.13	1.19	1.24

Tabel 5.6 Hoeveelheid benodigde kalk (kg nw/ha) voor zeeklei, rivierklei en löss om de pH te verhogen vanaf 6,4 bij een bouwvoordikte van 20 cm

pH	Gewenste PH	Org. stof (%)	1				5				10			
	verhoging	Lutum	8	16	32	64	8	16	32	64	8	16	32	64
Zeeklei														
6.4	0.2		350	610	1140	2190	600	820	1260	2150	870	1070	1470	2280
	0.4		880	1530	2850	5480	1490	2050	3160	5390	2180	2680	3690	5690
	0.6		1640	2860	5320	10220	2780	3820	5900	10050	4070	5010	6880	10630
	0.8		4090	7160	13290		6950	9550	14740		10180	12520	17200	
6.6	0.2		530	920	1710	3286	890	1230	1900	3230	1310	1610	2210	3420
	0.4		1290	2250	4180	8030	2180	3000	4630	7900	3200	3940	5410	8350
	0.6		3740	6550	12150		6350	8730	13480		9310	11450	15730	
6.8	0.2		760	1330	2470	4750	1290	1770	2740	4670	1890	2330	3200	4930
	0.4		3220	5630	10440	20080	5460	7500	11580	19750	8000	9840	13520	20870
7	0.2		2460	4300	7970		4170	5730	8850		6110	7510		
Voor rivierklei en löss moeten bovenstaande uitkomsten vermenigvuldigd worden met onderstaande factor in dezelfde kolom														
Rivierklei			1.07	1.08	1.09	1.09	1.04	1.05	1.07	1.08	1.02	1.04	1.05	1.07
Löss			1.25	1.29	1.31	1.33	1.13	1.19	1.24	1.28	1.08	1.13	1.19	1.24

5.2.2 Stikstof

Het grootste deel van de stikstof bevindt zich in de eiwitverbindingen van de plant. In bladeren is chlorofyl zo'n belangrijke eiwitverbinding. Stikstof is daarom erg belangrijk voor de groei en ontwikkeling van de plant. De stikstof kan afkomstig zijn uit verschillende bronnen. In het huidige stikstofadvies wordt naast de werkzame stikstof uit dierlijke mest en kunstmest ook rekening gehouden met de stikstofvoorraad in de bodem in het voorjaar en de nalevering uit een ondergeploegde gewas(resten). Er bestaat een relatie tussen de totale hoeveelheid beschikbare stikstof uit genoemde bronnen en de opbrengst. Deze relatie is weergegeven in figuur 5.1.

Figuur 5.1 Relatie tussen de totale hoeveelheid werkzame stikstof en de relatieve opbrengst

Bron: Schröder, 1998

Het huidige stikstofadvies voor snijmaïs is gericht op een economische optimale gewasopbrengst. De gift blijkt daarbij niet afhankelijk te zijn van het opbrengstniveau. Onderzoek gaf tot nu toe geen aanleiding om onderscheid in grondsoorten te maken. De basis van het advies staat in tabel 5.7. Het advies geldt zowel voor continueelt als voor teelt in vruchtwisseling.

Tabel 5.7 Advies voor stikstofbemesting van snijmaïs (kg werkzame stikstof/ha)

	Drijfmestgebruik (m ³ /ha/jaar) in het verleden	
	Minder dan 10	Meer dan 50
Advies voor zaai	205 - Nmin(0-30cm) – N-nalevering	180 - Nmin(0-30cm) – N-nalevering
Advies juni	210-Nmin(0-60)	210-Nmin(0-60)

Drijfmestgebruik in het verleden

Ligt het niveau van drijfmestgebruik in het verleden tussen 50 en 10 m³/ha dan dient als advies een passende waarde tussen de 180-Nmin en 205-Nmin te kiezen. De lengte van de periode waarover het drijfmestgebruik in het verleden moet worden vastgesteld is nog niet exact vanuit het onderzoek aan te geven, maar is in ieder geval meer dan 5 jaar.

Nmin-gehalte bij advies voor zaai

Op zandgrond hoeft het N-min gehalte voor zaai niet apart te worden bepaald. Wanneer men geen groenbemester teelt, kan hiervoor gemiddeld 20 kg/ha worden aangehouden. Alleen na droge winters en op zwaardere gronden is het zinvol een aparte bepaling te laten uitvoeren. Bij een goed geslaagde groenbemester kan men gemiddeld een N-min-gehalte van 10 kg/ha aanhouden, omdat ongeveer 10 kg N-min wordt vastgelegd in de groenbemester.

De bemonstering voor de Nmin-bepaling dient zo kort mogelijk voor het zaaien te gebeuren. Daarbij moet rekening houden met de tijd die nodig is voor analyse en rapportage van de uitslag.

N-nalevering

Zie voor nalevering van stikstof paragraaf 5.4 en 5.5.

Nmin-gehalte bij advies juni

Een Nmin-bepaling is alleen zinvol als het voorjaar uitzonderlijk koud en nat was waardoor twijfels bestaan over de beschikbaarheid van voldoende Nmin door geringe mineralisatie. Een bemesting na opkomst en vóór het 6-bladstadium is alleen lonend als de hoeveelheid Nmin lager is dan 175 kg/ha. In het algemeen wordt een strategie met gedeelde giften niet aanbevolen. De bemonstering voor de Nmin-bepaling voor het advies in juni dient 15 tot 20 cm naast de rij plaats te vinden en in het 3- of 4-bladstadium, zodat men een eventuele bemesting voor het 6-bladstadium kan uitvoeren.



Bijbemesten is mogelijk tot het 6-bladstadium

NLV

Tegenwoordig vermeldt het Blgg AgroXpertus op het verslag van grondonderzoek evenals bij grasland ook bij bouwland het stikstofleverend vermogen (NLV). Dit is een door Blgg Agro Xpertus ontwikkeld systeem, gebaseerd op het N-totaal gehalte en de C/N-verhouding van de bodem. Op basis van deze NLV wordt het stikstofadvies gecorrigeerd. Het is echter niet door de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen geaccordeerd. Binnen het onderzoek wordt bekeken in hoeverre een NLV-systeem voor bouwland mogelijk is.

5.2.3 Fosfaat

Fosfaat komt in de plant hoofdzakelijk voor in eiwitten en is van grote betekenis voor de stofwisselingsprocessen.

De behoefte aan fosfaatbemesting is afhankelijk van de fosfaattoestand van de bodem. Op bouwland wordt de fosfaattoestand aangegeven met het Pw-getal. Voor de waardering van de fosfaattoestand zie "Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen"

www.bemestingsadvies.nl. In tabel 5.8 is de adviesbemesting weergegeven voor fosfaat wanneer deze volvelds of breedwerpig wordt toegediend. Dit advies geldt voor continueelt en teelt in vruchtwisseling voor alle grondsoorten.

Tabel 5.8 Advies voor volvelds fosfaatbemesting (rijenbemesting geeft een tweemaal betere werking dan breedwerpige toediening)

Pw-getal	Advies (kg P ₂ O ₅ per ha)
10	185
15	170
20	150
25	135
30	120
35	105
40	85
45	70
50	55
55	35
60 en hoger	0

5.2.4 Kali

Kali wordt vooral aangetroffen in jonge weefsels en in transportorganen. In tegenstelling tot stikstof en fosfaat komt kali vrijwel niet voor in organisch gebonden vorm. Kali is van belang voor de stevigheid van de plant en is nodig voor de werking van een groot aantal enzymen en het goed functioneren van transportfuncties van de plant. Ook speelt het een positieve rol bij resistentie tegen ziektes, met name fusarium, en tegen droogte.

De behoefte aan kalibemesting is afhankelijk van grondsoort, kalitoestand van de bodem en teeltsysteem. De kalitoestand wordt uitgedrukt met het K-getal. Voor de waardering van de kalitoestand van de bodem zie "Adviesbasis bemesting grasland en voedergrassen" www.bemestingsadvies.nl. In tabel 5.9 is het bemestingsadvies voor kali weergegeven voor continueelt. Dit advies is een combinatie van een bodem- en gewasgericht advies. Toepassing hiervan leidt tot een optimale gewasopbrengst en voorkomt dat de kalitoestand te laag wordt.

Tabel 5.9 Advies voor kalibemesting voor snijmaïs in continueelt

K-getal (KHCL voor Löss)	Grondsoort			
	Veen	Zand- en dalgrond	Zee- en rivierklei	Löss
< 11	300	300	300	300
12	280	260	300	300
14	250	210	300	260
16	230	160	240	190
18	200	110	190	120
20	180	60	140	60
22	150	30	90	0
24	130	0	40	0
26	100	0	0	0
28	80	0	0	0
30	50	0	0	0
32	30	0	0	0
34	0	0	0	0

In tabel 5.10 is het bemestingsadvies weergegeven voor teelt in vruchtwisseling. In tegenstelling tot het advies bij continueelt is dit advies alleen gericht op een optimale gewasopbrengst.

Indien men de kalitoestand wil handhaven moet men rekening houden met de onttrekking van gemiddeld 230 kg per ha plus een onvermijdbaar verlies van 50 kg per ha.

Tabel 5.10 Advies voor kalibemesting voor teelt van snijmaïs in vruchtwisseling

K-getal (KHCL voor Löss)	Grondsoort			
	Veen	Zand- en dalgrond	Zee- en rivierklei	Löss
≤ 4	220	-	-	160
6	190	160	180	150
8	160	130	160	130
10	130	100	130	110
12	110	70	110	90
14	90	50	80	70
16	70	30	60	40
18	60	0	40	0
20	50	0	0	0
22	40	0	0	0
24	30	0	0	0
26	0	0	0	0

5.2.5 Magnesium

Magnesium is een bestanddeel van het chlorofyl en dus van belang bij het fotosyntheseprocess. Het speelt bovendien een rol bij de opbouw van eiwitten. De behoefte aan magnesium is in eerste instantie afhankelijk van de grondsoort. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen enerzijds zand, dalgrond en löss en anderzijds kleigrond en alluviaal zand (zeezand).

Zand, dalgrond en löss

Voor zand, dalgrond en löss is het advies voor magnesiumbemesting afhankelijk van de magnesiumtoestand, het aantal jaren na grondonderzoek, het organische stofgehalte en de bouwvoordikte. Tabel 5.11 toont het advies voor magnesiumbemesting bij een bouwvoordikte van 25 cm. Wanneer de bouwvoor dikker of dunner is, moet het advies in dezelfde verhouding worden aangepast.

Tabel 5.11 Advies voor magnesiumbemesting (kg MgO per ha) voor zand-, dal- en lössgronden bij een bouwvoor dikte van 25 cm

MgO-gehalte (mg MgO per kg grond)	Jaren na onderzoek	Organische stofgehalte (%)				
		1	5	10	15	20
0-75	1 ¹	276-0	240-0	206-0	182-0	161-0
	2 t/m 4	76	66	57	50	45
75-109	1	Geen bemesting				
	2 t/m 4	76	66	57	50	45
110-174	1 en 2	Geen bemesting				
	3 en 4	76	66	57	50	45
175-300	1 t/m 3	Geen bemesting				
	4	76	66	57	50	45
> 300	1 t/m 4	Geen bemesting				

¹ De MgO-bemesting is bij een MgO-gehalte lager dan 75 in het eerste jaar na onderzoek afhankelijk van het MgO-gehalte. Dit houdt in dat wanneer het gehalte tussen 0 en 75 ligt, het bemestingsadvies verhoudingsgewijs ligt tussen 0 en het hoogste getal

Kleigronden en alluviaal zand (zeezand)

Voor kleigrond en zeezand zijn geen richtlijnen. Een bemesting met magnesium heeft op deze gronden doorgaans geen effect. Wanneer zich gebreksverschijnselen voordoen kan magnesiumgebrek op korte termijn het beste worden bestreden door een bespuiting met magnesiummeststoffen. Op basis van het MgO-gehalte van de grond kan de kans op een magnesiumgebrek worden ingeschat. Het streeftraject loopt van 60 tot 120 mg MgO/kg grond. Beneden 60 mg/kg neemt met name op de lichtere kalkrijke kleigronden de kans op gebreksverschijnselen toe.

5.2.6 Borium, koper, mangaan en zwavel

Borium

Borium is in de plant aanwezig in groeipunten, bloeiwijzen, bladeren en in een deel (floëem) van het transportweefsel. Borium stimuleert de bloei en vruchtzetting. Het advies voor boriumbemesting is voor alle grondsoorten gelijk en afhankelijk van de bodemtoestand. Tabel 5.12 toont de richtlijn voor boriumbemesting per jaar.

Tabel 5.12 Advies voor jaarlijkse boriumbemesting

B-gehalte grond (mg per kg)	Bemesting (kg B per ha)
< 0,20	0,75
0,20 - 0,29	0,5
0,30 - 0,35	0,25
> 0,35	Geen

De kans op boriumgebrek is het grootst bij droogte en een te hoge pH. Een voorraadbemesting voor meer dan 2 jaar heeft geen zin, omdat borium gemakkelijk uitspoelt. Te hoge giften kunnen schade opleveren. De boriumonttrekking bedraagt jaarlijks circa 150 gram. Mest bevat circa 4 gram borium per ton. Met mest gegeven borium kan in mindering op het bemestingsadvies worden gebracht.

Wanneer dierlijke mest onvoldoende borium geeft, kan het aangevuld worden door:

- het gebruik van een rijenmeststof met borium;
- een bespuiting vóór de opkomst van het gewas. Door een betere verdeling kan met de helft van de geadviseerde hoeveelheid worden volstaan;
- een boriumbespuiting over het groeiende gewas. Aanbevolen wordt om in het 8-9 bladstadium te spuiten met 0,2 kg B per ha.

Koper

Koper is evenals borium belangrijk voor de korrelzetting. Het advies voor koper is gelijk voor alle grondsoorten. Tabel 5.13 geeft het bemestingsadvies voor koper weer. In het algemeen wordt met dierlijke mest voldoende koper gegeven.

Tabel 5.13 Advies voor koperbemesting

Cu-gehalte grond (mg/kg)	Bemesting (kg Cu/ha)
< 3,0	6
3,0-3,9	2,5
4,0-9,9	0
> 10,0	0

Mangaan

Mangaan (Mn) activeert enzymen die een rol spelen bij de ademhaling, de fotosynthese, de celdeling en de vorming van eiwitten en bladgroen. Daarnaast speelt het een rol bij de omzetting van nitraat naar ammoniumverbindingen. Planten met mangaangebrek hebben dan ook een hoger nitraatgehalte. Mangaangebrek uit zich in een doffe olijfgroene kleur van het blad en dorre bladpunten. Ook is de groei geremd waardoor de planten er wat gedrongen uitzien. Voor de behoefte aan mangaan wordt alleen onderscheid gemaakt tussen de grondsoorten zeeklei en zand. Eventueel mangaangebrek kan men tegengaan door een bespuiting met 1,5 % mangaansulfaat (1000 l/ha) en dit naderhand eventueel te herhalen. In de praktijk wordt nauwelijks gecorrigeerd voor mangaangebrek.

Op zeeklei kan grondonderzoek wel een aanwijzing geven of een gebrek te verwachten is. Bemesting is zinvol als het Mn-gehalte lager is dan:

- 60 mg/kg bij een organische stofgehalte lager dan 2,5%
- 100 mg/kg bij een organische stofgehalte hoger dan 2,5%.

Op zandgronden heeft de mangaantoeestand weinig invloed op de mangaanvoorziening van het gewas. Hier is met name de pH bepalend. Bij een pH-KCl lager dan 5,4 bestaat er in het algemeen geen gevaar voor mangaangebrek.

Zwavel

Zwavel (S) is een bestanddeel van eiwitten in de plant. Dit betekent dat zwavel nodig is voor de eiwitvorming. Er zijn aanwijzingen dat op de helft van de maïspercelen op zandgrond de S-voorziening te krap is. In 2009 heeft het NMI onderzoek uitgevoerd naar het effect van zwavelbemesting op

snijmaïs. Er bleek een verband te bestaan tussen het S-gehalte en het ruw eiwitgehalte. Verder bleek dat zwavelbemesting een positief effect lijkt te hebben op de opbrengst. De zwaveltoestand van de bodem bleek niet bepalend te zijn voor het gewenste niveau van S-bemesting. Een duidelijk optimum voor de S-gift kon nog niet worden vastgesteld maar lijkt meer dan 10 kg S per ha te bedragen. Daarom wordt voorshands aanbevolen om op zand- en lössgronden met een SLV ≤ 10 een bemesting van minmaal 10 kg S per ha te geven.

5.3 Toedienen meststoffen

De meeste snijmaïs wordt op veehouderijbedrijven geteeld. Dit is een goede methode om een deel van de bemesting te geven met dierlijke mest en het resterende deel aan te vullen met kunstmest. Voor ondersteuning van de jeugdgroei is het raadzaam om in ieder geval 20 à 30 kg stikstof per ha van de adviesgift als rijenbemesting tijdens het zaaien met kunstmest toe te dienen. Vaak wordt tegelijkertijd eenzelfde hoeveelheid fosfaat gegeven. Dit is echter alleen zinvol wanneer de behoefte nog niet gedekt wordt door de hoeveelheid fosfaat uit dierlijke mest.

In extensieve situaties met weinig mest en wanneer de draagkracht te slecht is om nog dierlijke mest te kunnen geven is het te overwegen om alle mest voor grasland te bestemmen en de maïs alleen met kunstmest te bemesten.

Voor een zo hoog mogelijke benutting van stikstof kan men deze, of het nu kunstmest of dierlijke mest betreft, het best zo kort mogelijk voor het zaaien geven. Deling van de gift verdient geen voorkeur. Onderzoek heeft namelijk uitgewezen dat deling van de stikstofgift leidt tot opbrengstderivingen en een lagere benutting van stikstof. Door de beperkte wortelgroei en -activiteit in de jeugdfase moet de stikstofvoorziening bij maïs al in een vroeg stadium zijn gewaarborgd. Alleen bij de teelt van maïs op gronden met een sterk beperkte bewortelingsdiepte in combinatie met grote hoeveelheden neerslag kan deling aantrekkelijk zijn. Eventuele aanvullende kunstmestgiften naast dierlijke mest kunnen dan ook het best gelijk bij het zaaien worden gegeven.

Wanneer op basis van een bemonstering in het 3-4 bladstadium is gebleken dat een aanvullende bemesting noodzakelijk is, kan men deze het best met kunstmest geven. Dit kan dan worden toegediend in één werkgang met schoffelen. Het gebruik van een kunstmeststrooier raden we af, omdat hierdoor gemakkelijk verbranding kan optreden doordat kunstmestkorrels in de bladkoker terechtkomen.

Wanneer maïs wordt geteeld in rotatie met akkerbouwgewassen kan men ervoor kiezen om de fosfaat en kalibemesting aan het meest behoeftige gewas te geven (zie www.bemestingsadvies.nl).

5.3.1 Gebruiksnormen nieuw mestbeleid

Maïs kan zeer grote giften organische mest verdragen. Grote giften geven echter een lage mineralenbenutting en zijn voor de grondwaterkwaliteit niet gewenst. Om de belasting van het milieu zo veel mogelijk te beperken voert Nederland al jaren een mestbeleid. Vanaf 2006 geldt een nieuw mestbeleid. Centraal onderdeel in dit nieuwe beleid is het stelsel van gebruiksnormen. Deze normen geven aan hoeveel stikstof en fosfaat er jaarlijks in de vorm van dierlijke mest en in totaal gebruikt mag worden. Voor ieder bedrijf gelden drie soorten gebruiksnormen:

- De gebruiksnorm voor dierlijke mest. Deze norm geeft aan hoeveel dierlijke mest, uitgedrukt in kilogrammen stikstof, ieder jaar per hectare gebruikt mag worden.
- De stikstofgebruiksnorm. Deze norm is gewas afhankelijk en geeft aan hoeveel *werkzame* stikstof in totaal per hectare per jaar gebruikt mag worden.
- De fosfaatgebruiksnorm. Deze norm bepaalt hoeveel fosfaat in totaal per hectare per jaar gebruikt mag worden.

Voor snijmaïs betekenen deze normen anno 2010:

- Gebruiksnorm dierlijke mest:
De gebruiksnorm dierlijke mest bedraagt in principe 170 kg N per ha. Maar als uw bedrijf voornamelijk grasland heeft, minmaal 70 %, kunt u in aanmerking komen voor een ruimere norm (derogatie) van 250 kg N per ha. Om daarvoor in aanmerking te komen moet u daarnaast nog aan een aantal voorwaarden voldoen. Meer informatie hierover kunt u vinden op www.hetlnvloket.nl.
- Stikstofgebruiksnorm:
De stikstof gebruiksnorm voor snijmaïs is afhankelijk van grondsoort en of een bedrijf derogatie heeft. In tabel 5.14 zijn de normen t/m 2013 weergegeven. Deze normen zijn inclusief de norm van de aansluitend geteelde groenbemester.

Tabel 5.14 Stikstofgebruiksnormen (kg N/ha) voor snijmaïs

	Klei	Zand		Veen
	2009/13	2009/11	20012/13	2009/13
Bedrijven met derogatie	160	150	140	150
Bedrijven zonder derogatie	185	150	140	150

- Fosfaatgebruiksnorm:
Bij de fosfaatgebruiksnormen wordt alleen onderscheid gemaakt tussen grasland en bouwland. Vanaf 2010 is de fosfaatgebruiksnorm afhankelijk van de P-toestand van de bodem. In tabel 5.15 zijn de normen voor bouwland weergegeven. Voor fosfaatarme en fosfaatfixerende gronden geldt voor 2010 en later een norm van 120 kg per ha. Een perceel bouwland geldt als fosfaatarm als Pw-getal kleiner is dan 25. Zie voor verdere voorwaarden over hoe u dit moet aantonen www.hetlnvloket.nl.

Tabel 5.15 Fosfaatgebruiksnormen (kg P₂ O₅/ha) voor bouwland

P-toestand (Pw)	Categorie	2010	2011	2012	2013
< 36	Laag	85	85	85	85
36-55	Neutraal	80	75	70	65
>55	Hoog	75	70	65	55

De stikstofgebruiksnorm is gebaseerd op de werkzame stikstof. Voor het berekenen van de hoeveelheid werkzame stikstof wordt gebruik gemaakt van een werkingscoëfficiënt. Voor kunstmest is deze 100 %. Voor organische meststoffen is deze afhankelijk van mestsoort, herkomst, type bedrijf (met of zonder beweiding) en tijdstip van aanwenden. In tabel 5.16 zijn de werkingscoëfficiënten weergegeven van op het eigen bedrijf geproduceerde drijfmest. Zie voor werkingscoëfficiënten van andere mestsoorten en omstandigheden www.hetlnvloket.nl.

Tabel 5.16 Stikstofwerkingscoëfficiënten op eigen bedrijf geproduceerde drijfmest

	2009/13
Bedrijf met beweiding	45
Bedrijf zonder beweiding	60



Rijenbemesting stimuleert de jeugdgroei van maïs

5.3.2 Toedienen kunstmest

De nutriëntenbehoeftes (paragraaf 5.2) gelden voor breedwerpige toediening. Rijenbemesting geeft echter een hogere benutting van de meststoffen. Daarom zijn de maïszaaimachines standaard uitgerust met rijenbemestingsapparatuur. Voor een optimale werking is het van belang dat de meststof op de juiste plek terechtkomt. Dit is circa 5 cm naast en 3-4 onder het zaad.

Rijenbemesting met stikstofkunstmest verbetert de stikstofwerking met een factor 1,25. Dit betekent dat van het deel van het advies als rijenbemesting 20% kan worden afgetrokken.

Rijenbemesting met fosfaat geeft een tweemaal betere werking dan breedwerpige toediening. Dit betekent dat het deel van het advies als rijenbemesting gehalveerd kan worden. Om gewasschade te voorkomen adviseren we om totaal niet meer dan 120 kg zuivere stikstof plus fosfaat als rijenbemesting te geven.

Wanneer de volledige bemesting in de vorm van kunstmest wordt gegeven is het dus raadzaam om alle benodigde hoeveelheid fosfaat in de vorm van rijenbemesting te geven. Het resterende deel tot in totaal 120 kg per ha kan men dan aanvullen met stikstof. De overige hoeveelheid stikstof en de kalibemesting moet men dan breedwerpig geven. Dit kan het best na het ploegen en voor de zaai-bedbereiding worden gegeven, zodat het bovenin de bouwvoor wordt gewerkt.

Alternatieven voor standaard kunstmest rijenbemesting

Rijenbemesting kan ook in vloeibare vorm worden gegeven. In hoeverre dit interessant is, hangt voornamelijk af van de prijs. Daarnaast wordt in de praktijk rijenbemesting met korrelmeststoffen soms vervangen door coating van het zaad met een meststof of door microgranulaat meststoffen. Met een meststof-coating wordt een kleine hoeveelheid nutriënten direct op het zaad gebracht. Het doel is om op deze manier de opname van nutriënten tijdens de beginontwikkeling te bevorderen. Dit heeft een positief effect op de benutting van nutriënten waardoor de totale nutriëntengift omlaag kan. Met microgranulaat meststoffen wordt eenzelfde doelstelling beoogd. Met deze meststoffen wordt een kleine hoeveelheid nutriënten in combinatie met stoffen die de ontwikkeling van het wortelstelsel bevorderen als rijenbemesting gegeven. De praktijk heeft diverse positieve ervaringen met dergelijke producten. Door leveranciers worden besparingen van rond de 25 kg stikstof en fosfaat genoemd. Op dit moment wordt er door Wageningen UR Livestock Research onderzoek gedaan naar de effecten van een aantal alternatieve meststoffen voor rijenbemesting.

5.3.3 Dierlijke mest aanwenden

De toegestane uitrijperiodes voor dierlijke mest op bouwland is afhankelijk van de grondsoort en mestsoort. Voor drijfmest geldt op zandgrond en lössgrond een uitrijverbod van 1 september tot 1 februari. Voor klei en veengrond is dit van 16 september tot 1 februari. Verder geldt dat het verboden is om dierlijke mest uit te rijden op besneeuwde of bevroren grond en als de bovenste laag verzadigd is met water. Voor meer informatie over uitrijperiodes van dierlijke mest zie www.hetInVloket.nl.

Drijfmest moet emissiearm aangewend worden. Daarbij wordt de mest:

- op beteeld bouwland onmiddellijk in de grond gebracht in sleufjes. De sleufjes mogen daarbij niet breder zijn dan 5 cm; of
- op niet beteeld bouwland onmiddellijk in de grond gebracht in sleufjes. De sleufjes mogen daarbij niet breder zijn dan 5 cm en moeten minimaal 5 cm diep zijn; of
- in maximaal twee direct opeenvolgende werkgangen op de grond gebracht en ondergewerkt.

Vanaf 1 januari 2008 is het niet meer toegestaan om drijfmest in twee aparte werkgangen aan te wenden en in te werken. Naast injecteren is het ook toegestaan om de mest in één werkgang aan te brengen en onder te werken.

Mestsamenstelling

Om de bemesting goed op de gewasbehoefte af te stemmen is het nodig om de gehalten in de mest te weten. In tabel 5.17 staat de gemiddelde samenstelling van een aantal belangrijke organische meststoffen. Zie voor een uitgebreidere tabel "Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen" www.bemestingsadvies.nl. Uitgaan van deze gemiddelden kan tot fouten leiden omdat in de praktijk aanzienlijke verschillen in gehalten voorkomen. Beter is het om een mestmonster te laten analyseren van goed gemixte mest.

Tabel 5.17 Gemiddelde samenstelling van een aantal belangrijke organische meststoffen (kg/ton)

	Droge stof	Org. stof	N-totaal	N-min	N-org	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Na ₂ O
Dunne mest									
Rundvee	86	64	4,4	2,2	2,2	1,6	6,2	1,3	0,7
Vleesvarkens	90	60	7,2	4,2	3,0	4,2	7,2	1,8	0,9
Zeugen	50	35	4,2	2,5	1,7	3,0	4,3	1,1	0,6
Vleeskalveren	20	15	3,0	2,4	0,6	1,5	2,4	-	-
Kippen	145	93	10,2	5,8	4,4	7,8	6,4	2,2	0,9
Gier									
Rundvee	25	10	4,0	3,8	0,2	0,2	8,0	0,2	1,0
Varkens	20	5	6,5	6,1	0,4	0,9	4,5	0,2	1,0
Zeugen	10	10	2,0	1,9	0,1	0,9	2,5	0,2	0,2
Vaste mest									
Rundvee grupstal	248	150	6,4	1,2	5,2	4,1	8,8	2,1	0,9
Varkens (stro)	230	160	7,5	1,5	6,0	9,0	3,5	2,5	1,0
Leghennen	515	374	24,1	2,4	21,7	18,8	22,7	4,9	1,5
Kippen, strooiselmest	640	423	19,1	8,6	10,5	24,2	13,3	5,3	4,2
GFT-compost	950	190	8,5	0,8	7,8	3,7	6,4	2,7	-

Werkingscoëfficiënten dierlijke mest

Om verliezen door vervluchtiging te beperken moet men de mest direct inwerken. Dit is wettelijk verplicht, met uitzondering van vaste mest. De wijze van inwerken heeft invloed op de vervluchtigingsverliezen en daarmee op de werking van de stikstof uit de mest. Deze werking wordt uitgedrukt door middel van werkingscoëfficiënten. De minerale stikstof uit de mest is sneller voor de plant beschikbaar dan de organisch gebonden stikstof. Anderzijds kan door ammoniakvervluchtiging minerale stikstof verloren gaan. Daarom gelden voor deze twee fracties afzonderlijke werkingscoëfficiënten. De stikstofwerkingscoëfficiënten van verschillende mestsoorten staan in tabel 5.18. Deze coëfficiënten gelden bij ondiep inwerken in april. Bedenk dat dit gemiddelde getallen zijn. De werkelijke werking kan sterk variëren door wisselende omstandigheden. De werkingscoëfficiënten die hier genoemd zijn, komen niet overeen met de werkingscoëfficiënten in paragraaf 5.3.1. De hier genoemde zijn teelttechnische werkingscoëfficiënten terwijl in paragraaf 5.3.1 de vastgestelde forfaitaire genoemd zijn ten behoeve van de stikstofgebruiksnorm binnen het nieuwe mestbeleid.

Tabel 5.18 Stikstofwerkingscoëfficiënten W_m en W_{org} in % van N_{min} en N_{org} bij toediening in april en ondiep inwerken

Mestsoort	Toedieningstechniek	N-werking	
		Wm	Worg
Dunne mest			
Rundvee	Injecteur	95	30
	Aangedreven werktuig	90	30
	Cultivator	75	30
Kalveren	Injecteur	95	25
	Aangedreven werktuig	90	25
	Cultivator	75	25
Varkens	Injecteur	95	45
	Aangedreven werktuig	90	45
	Cultivator	75	45
Kippen	Injecteur	95	45
	Aangedreven werktuig	90	45
	Cultivator	75	45
Vaste mest			
Rundvee		75	30
Kippen		75	45

Ondiep inwerken kan men naast in tabel 5.18 genoemde methoden ook realiseren door diepe injectie voor ploegen. Wanneer de mest niet direct wordt ingewerkt (maar pas na circa 1 uur) moet men rekening houden met 10% lagere werking.



Injecteren geeft een goede mestbenutting

Tijdstip toedienen

Voor een maximale werking van nutriënten is het belangrijk om de mest vlak voor zaaien toe te dienen. Toediening in februari of maart geeft slechts 80% stikstofwerking van in tabel 5.17 genoemde werking. Op nitraatuitspoeling gevoelige gronden geldt een uitrijverbod van 1 september t/m 31 januari. Zie voor grondsoortenkaart www.hetinvloket.nl. Op kleigronden mag men nog mest in het najaar tot 16 oktober toedienen. Dit wordt in verband met gevaar voor structuurschade nog vrij veel toegepast. De werking is dan echter gemiddeld een stuk lager en wordt geschat op 20 en 25% van het stikstofgehalte (N-totaal) in de mest voor respectievelijk dunne en vaste mest. Het beste kan in het voorjaar een Nmin-monster worden genomen omdat de verliezen en daardoor de werking afhangen van de hoeveelheid neerslag gedurende de winter (zie ook paragraaf 5.2.2). Bij de bepaling van de stikstofgift kan men rekening houden met extra mineralisatie van respectievelijk 20 en 25% van de Norg-fractie voor respectievelijk rundermest en varkens/kippenmest. Er komen steeds meer machines die goed in staat zijn om met zo min mogelijk structuurschade mest toe te dienen. Voorbeelden hiervan zijn het sleepslangensysteem en machines met brede banden die niet spoorvolgend zijn. Wanneer gewacht wordt tot de bodemomstandigheden goed zijn is het vaak goed mogelijk om ook op kleigronden in het voorjaar mest toe te dienen.

Rijenbemesting met drijfmest

Men kan ook de drijfmest tijdens het zaaien in één werkgang toedienen. De drijfmest wordt daarbij aan beide kanten op een afstand van 8-10 cm van de rij geïnjecteerd. De machine bestaat uit een drijfmesttank waarachter een zaaimachine is gebouwd. Dit systeem is minder geschikt voor structuurgevoelige gronden. Daarom is er ook al een systeem ontwikkeld waarbij de drijfmest wordt aangevoerd met een sleepslangensysteem. Rijenbemesting met dierlijke mest geeft een betere werking van stikstof en fosfaat dan een vollefelds toediening. Evenals bij rijenbemesting met kunstmest wordt voor stikstof en fosfaat resp. de factor 1,25 en 2 aangehouden. Bij rijenbemesting met drijfmest is het over het algemeen niet mogelijk om meer dan 35-40 m³ per ha netjes te injecteren. Veel loonwerkers ervaren de lagere zaaicapaciteit als bezwaarlijk. Tegenwoordig is het mogelijk om de rijenbemesting met drijfmest en het maïs zaaien in aparte werkgangen uit te voeren. De drijfmest wordt daarbij als rijenbemesting aangewend op 75 cm

rijafstand m.b.v. automatische besturing met rtk-gps en deze gegevens worden daarna gebruikt door de trekker met de zaaimachine. Door deze methode is de zaaicapaciteit niet meer afhankelijk van de mest aanvoer capaciteit.



*Zaaien en rijenbemesting met drijfmest in één werkgang
Tegenwoordig kan dit ook in aparte werkgangen m.b.v. rtk-gps besturing*

Pas op voor tekorten aan kali en borium bij lage drijfmestgiften

Bij drijfmestgiften van 50 m³ RDM per ha of meer wordt praktisch altijd voldaan aan de kali en boriumbehoefte. In het verleden was daarom een aanvulling met kali of borium uit kunstmest amper nodig. Tegenwoordig wordt de hoeveelheid drijfmest steeds beter afgestemd op de stikstofbehoefte. Hierdoor wordt steeds vaker 40 m³ drijfmest per ha of minder gegeven. Bij dergelijke giften kunnen eerder kali- en boriumtekorten optreden en kan aanvulling met kunstmest nodig zijn.

5.4 Groenbemesters

Na de maïsoogst kan men een groenbemester of vanggewas telen. Het nieuwe mestbeleid dat per 1 januari 2006 is ingegaan, stelt nateelt op zand- en lössgronden verplicht. Groenbemesters worden om een aantal redenen geteeld:

1. Beperken van de stikstofverliezen door het vastleggen van stikstof die na de oogst van de maïs in de bodem achterblijft (vanggewas).
2. Op peil houden van de bodemvruchtbaarheid door aanvoer van organische stof
3. Verbeteren van de structuur door aanvoer van organische stof en doorworteling van de bouwvoor in de winterperiode.

5.4.1 Teeltmethoden en soorten

Toegestane soorten

De vanggewassen die momenteel volgens het nieuwe mestbeleid op zand- en lössgronden mogen worden geteeld zijn: gras, winterrogge, wintertarwe, wintergerst, triticale, bladkool en bladrammenas. De geschiktheid hangt af van mogelijke zaaitijd, winterhardheid en vermeerdering van plantparasitaire aaltjes. Gezien het zaaitijdstip kan na de oogst van de maïs het beste Italiaans raaigras, graan of een mengsel van Italiaans raaigras en graan worden ingezaaid. Het oogsttijdstip van maïs is over het algemeen te laat voor bladkool of bladrammenas. Daarbij zijn bladkool en bladrammenas vrij vorstgevoelig. Italiaans raaigras en mengsels van Italiaans raaigras en rogge

dienen voor begin oktober te zijn gezaaid. Winterrogge, wintertarwe, wintergerst en tritcale kunnen nog tot eind oktober worden gezaaid. Voor een goede effectiviteit als stikstofvanggewas moet de vanggewassen zo snel mogelijk na de oogst ingezaaid worden, het liefst zelfs voor half september. Wat betreft plantparasitaire aaltjes wordt momenteel aangenomen dat rogge en in iets mindere mate ook Italiaans raaigras verschillende aaltjes in meer of mindere mate vermeerderen. Van de toegelaten groenbemesters lijkt wat betreft aaltjesvermeerdering bladrammenas de minst slechte keus. Welke groenbemester u kiest is vooral van belang als na de maïs akkerbouw, groente of andere gewassen geteeld worden die schade kunnen ondervinden van aaltjes.

Nateelt

Onder gunstige omstandigheden kan het zaaibed worden gemaakt door na de oogst het land 10-15 cm los te trekken met een cultivator. Bij sporen en op kopakkers is het beter om het land wat dieper (20-25 cm) los te trekken. Het beste kan men zaaien met een pijpenzaaimachine. Granen kunnen ook gezaaid worden met een kunstmeststrooier. Voor een goede opkomst en om vogelvraat te voorkomen is het aan te bevelen om het zaad licht in te werken. Voor rogge is circa 100 kg zaaizaad per ha nodig, voor Italiaans raaigras 30-40 kg en voor een mengsel van Italiaans raaigras en rogge 50- 75 kg.

Onderzaai

In plaats van nateelt is het mogelijk om gras onder de maïs te zaaien. Dit beperkt de stikstofverliezen gemiddeld wat meer dan nateelt. Het meest geschikte grassoort hiervoor is Italiaans raaigras. Het zaaitijdstip bepaalt het succes van de teelt. Het gras moet op tijd worden gezaaid om zich voldoende te kunnen ontwikkelen, maar moet ook weer niet concurreren met de jonge maïsplanten. Het beste zaaitijdstip is wanneer de maïs 40-50 cm hoog is en bijna gesloten (3-4 bladstadium). Men kan zaaien met een pijpenzaaimachine waarvan de pijpen boven de maïsrij zijn opgetrokken. Een andere mogelijkheid is om het in één werkgang met het schoffelen te zaaien. Per ha is 25-30 kg zaaizaad nodig.

Bij onderzaai van gras dient men enigszins rekening te houden met het gebruik van verschillende bodemherbiciden bij de onkruidbestrijding. (zie hoofdstuk 8).



Gras onderzaaien vermindert nitraatuitspoeling

5.4.2 Nalevering

Wanneer in het voorjaar de groenbemester wordt ondergewerkt komt er door mineralisatie stikstof vrij die het volggewas kan opnemen. De hoeveelheid stikstof die door mineralisatie vrijkomt is afhankelijk van temperatuur en vocht. Bij voldoende vocht en hoge temperaturen komt er meer stikstof vrij dan bij droogte en lage temperaturen. Voor een goed geslaagde groenbemester kan circa 25 kg stikstof per ha van de adviesgift worden afgetrokken. Voorwaarde is wel dat men het eind maart onderwerkt.

Een nauwkeuriger inschatting van de nawerking is mogelijk via gewashoogtemeting met de grashoogtemeter. Een gewashoogte van 1 dm komt daarbij overeen met een nawerking van 20 kg stikstof per ha.

Effect groenbemester

In een langjarig (1988-2002) onderzoek op Praktijkcentrum Aver Heino met continueelt van snijmaïs is onder andere gekeken naar het effect van een groenbemester bij verschillende stikstofbemestingsniveaus.

De toepassing van rogge als groenbemester had een duidelijk effect op de maïsopbrengst. Het effect was het hoogst bij lage bemestingsniveaus. In tabel 5.19 is het gemiddelde effect op de opbrengst weergegeven van de laatste drie jaar (2000-2002) van het onderzoek.

Tabel 5.19 Meerjarig effect door toepassing van rogge als groenbemester op de maïsopbrengst ten opzichte van braak in de winter bij verschillende bemestingsniveaus

Bemesting per ha	Extra opbrengst (%)
20 kg kunstmeststikstof in de rij	16
15 m ³ runderdrijfmest + 20 kg kunstmeststikstof in de rij	10
30 m ³ runderdrijfmest + 20 kg kunstmeststikstof in de rij	7
50 m ³ runderdrijfmest + 20 kg kunstmeststikstof in de rij	4

Nalevering na het oogsten van een snede

Bij een groenbemester waarvan eerst een snede wordt geoogst alvorens het wordt ondergeploegd komt stikstof vrij uit de ondergeploegde zode en daarnaast uit de eventuele in het voorjaar toegediende mest. In tabel 5.20 zijn de hoeveelheden vermeld die van de adviesgift kunnen worden afgetrokken. In verband met de benutting van fosfaat en kali is het advies om het voorgewas niet meer dan 25 m³ runderdrijfmest per ha te geven.

Tabel 5.20 Mogelijke stikstofkorting op het advies bij een groenbemester na eerst een snede oogsten en uit de bemesting die daarvoor is gegeven

N-bemesting vanggewas (kg per ha)	Mogelijke stikstofkorting	
	Uit zode vanggewas (kg N per ha)	Uit mest (kg N per ton)
0-50	5	0,5
50-100	10	0,5

5.5 Maïs na gras

Wanneer maïs op gescheurd grasland wordt geteeld komt er door mineralisatie van de ondergeploegde zode stikstof vrij die de maïs kan opnemen. Daarom kan bij de teelt van maïs na gras een hoeveelheid stikstof van de adviesgift worden afgetrokken. De hoeveelheid is vooral afhankelijk van de leeftijd van de zode en het aantal jaren na scheuren. In tabel 5.21 zijn de hoeveelheden vermeld.

Tabel 5.21 Mogelijke stikstofkorting op het advies (kg N/ha/jaar) na scheuren van grasland

Aantal jaren na scheuren	Grondsoort	Leeftijd gescheurde zode		
		1 jaar	2 jaar	3 jaar en ouder
1	Alle gronden	50	100	100
2	Klei-op-veen	0	0	60
	Overige gronden	0	0	30

De in tabel 5.21 vermelde leeftijden van de gescheurde zode hebben betrekking op volledige productie jaren van het grasland. Om de genoemde stikstofnalevering volledig te kunnen benutten moet de zode tijdig worden gescheurd. Half maart is de beste periode. Wanneer later wordt gescheurd komt de stikstof te laat vrij voor een optimale benutting.

Uit de ondergeploegde zode komt naast stikstof ook fosfaat en kali vrij. Hierover zijn echter geen onderzoeksgegevens bekend. Als richtlijn wordt daarom aangehouden dat de verhouding tussen stikstof, fosfaat en kali die vrijkomt door mineralisatie van de ondergeploegde zode overeen komt met de verhouding tussen stikstof, fosfaat en kali in het gras. De N : P₂O₅ : K₂O verhouding in gras is ongeveer 1 : 0,4 : 1,6. Dit betekent dat wanneer er bijvoorbeeld 100 kg stikstof uit de zode vrijkomt er daarnaast 40 kg fosfaat en 160 kg kali vrijkomt.



Bij scheuren komt veel stikstof vrij

Nalevering na het oogsten van een snede

Bij grasland waarvan eerst een snede wordt geoogst komt na het scheuren stikstof vrij uit de ondergeploegde zode en daarnaast uit de eventueel in het voorjaar toegediende mest. In tabel 5.22 zijn de hoeveelheden vermeld die van de adviesgift kunnen worden afgetrokken.

Tabel 5.22 Mogelijke stikstofkorting op het advies bij gescheurd grasland na eerst een snede oogsten en uit de bemesting die daarvoor is gegeven

Leeftijd graszode	Mogelijke stikstofkorting	
	Uit graszode (kg N per ha)	Uit mest (kg N per ton)
1 jaar	50	0,5
2 jaar	65	0,5
3 en 4 jaar	75	0,5
5 jaar en ouder	80	0,5

Fosfaat en kali

Bij het oogsten van een snede gras wordt een hoeveelheid fosfaat en kali onttrokken. Uit de ondergeploegde zode komt stikstof, maar ook fosfaat en kali beschikbaar voor de maïs. Bij bemesting volgens het stikstofadvies kan dan, afhankelijk van de bemesting van het voorgewas, met 15-30 m³ runderdrijfmest worden volstaan. In veel gevallen is dan, ook als rekening wordt gehouden met de levering uit de zode, een aanvulling met fosfaat en kali nodig. De hoogte van deze aanvulling is afhankelijk van de fosfaat- en kalitoestand van de bodem. Daarom wordt aanbevolen om het grasland, voorafgaand aan de bemesting in het voorjaar, te laten bemonsteren in de laag 0-25 cm.

Voorbeeld berekening bemesting snijmaïs**1. Uitgangspunten**

- * Zandgrond
- * Groenbemester
- * Pw getal 30
- * Boriumgehalte 0,32
- * Continueelt
- * Verleden meer dan 50 m³
- * K-getal 9
- * Bouwlandinjectie 40 m³ runderdrijfmest

2. Adviesbemesting**Stikstof** (zie paragraaf 5.2.2)

180	-10	-25	= 145 kg N/ha
Verleden meer dan 50 m ³ drijfmest	Gem. aanwezig N-min bij goed geslaagd groenbemesters	Nalevering goed geslaagd groenbemester	

Fosfaat (zie paragraaf 5.2.3)**= 120 kg P₂O₅/ha****Kali** (zie paragraaf 5.2.4 continueelt)**= 300 kg K₂O/ha****Borium** (zie paragraaf 5.2.6)**= 0,25 kg B/ha****3. Gebruiksnormen** (zie paragraaf 5.3.1)**Stikstof: 150 kg N/ha** (2010)**Fosfaat: 85 kg P₂O₅/ha** (2010 bij Pw 30)**4. Beschikbaar uit drijfmest** (Zie ook paragraaf 5.3.2)

Stikstof	40 m ³ x ((Nmin: 2,2 kg/m ³ x 95 %) + (Norg: 2,2 kg/m ³ x 30 %))	= 110 kg N/ha
Fosfaat	40 m ³ x 1,6 kg/m ³	= 64 kg P₂O₅/ha
Kali	40 m ³ x 6,2 kg/m ³	= 248 kg K₂O/ha
Borium	40 m ³ x 0,004 kg/m ³	= 0,16 kg B/ha

5. Aanvullen uit kunstmest**Stikstof**

Volgens advies: 145 – 110 (uitdrijfmest)

= 35 kg N/ha.

Als rijenbemesting 25% betere werking: 35 x 0,8

= 28 kg N/ha**Fosfaat**

Volgens advies: 120 (advies) - 64 (uit drijfmest)

= 56 kg P₂O₅/ha

Als rijenbemesting dubbele werking: 56 x 0,5

= 28 kg P₂O₅/ha

Norm is dus beperkend: 85 - 64 (uit drijfmest)

= 21 kg P₂O₅/ha**Kali**

300 (advies) - 248 (uitdrijfmest)

= 52 kg K₂O/ha**Borium**

0,25 (advies) – 0,16 (uit drijfmest)

= 0,09 kg B/ha

Er zijn verschillende NP maïsmeststoffen met borium op de markt. Praktisch gezien kan het beste gekozen worden voor een meststof waarvan de NP verhouding zoveel mogelijk overeen komt met benodigde NP verhouding. Zorg in ieder geval dat de N-behoefte is gedekt. Daarnaast moet er nog 52 kg K₂O/ha gestrooid worden.

6	Rassenkeuze	
6.1	Maïsveredeling	75
6.2	Rassenonderzoek	75
6.3	Rassenkeuze snijmaïs	76
6.3.1	Raseigenschappen.....	79
6.3.2	Bedrijfsomstandigheden en praktijkervaring	85

6 Rassenkeuze

Voor een optimale teelt is een juiste rassenkeuze belangrijk. Voordat de teelt van een ras op een bedrijf mogelijk is, is al een heel traject afgelegd. Het begint met het kweken door veredelingsbedrijven. Daarna doorlopen rassen het rassenonderzoek ter verkrijging van kwekersrecht en ter bepaling van de cultuur- en gebruikswaarde van de rassen. Op basis van de gegevens van dit onderzoek kan de Raad voor Plantenrassen (RvP) rassen op de Nationale Rassenlijst plaatsen en kan de Commissie Samenstelling Aanbevelende Rassenlijst (CSAR) rassen op de Aanbevelende rassenlijst plaatsen. De teler kan vervolgens op basis van de specifieke bedrijfsomstandigheden het beste ras uit deze lijst kiezen. Deze aspecten komen in dit hoofdstuk aan de orde.

6.1 Maïsveredeling

Jaarlijks zijn internationaal opererende bedrijven bezig met het veredelen van nieuwe maïsrassen. Dit levert voortdurend verbeterde rassen op of rassen die beter passen bij de eisen van de praktijk. De veredeling van maïsrassen is gebaseerd op het ontwikkelen van hybriderassen, door inteeltlijnen met elkaar te kruisen. Inteeltlijnen ontstaan door een aantal generaties zelfbestuiving toe te passen en bezitten een grote mate van erfelijke zuiverheid. De inteeltlijnen zijn vaak zwakke groeiers met minimale opbrengsten. Als twee inteeltlijnen met elkaar worden gekruist, ontstaat er een enkelvoudige hybride. Bij een kruising van goed bij elkaar passende inteeltlijnen ontstaan grotere planten met een hogere opbrengst dan het oorspronkelijke materiaal. Dit noemen we heterosis-effect. Een drieweghybride ontstaat als men een enkelvoudige hybride kruist met een derde inteeltlijn. Bij hybriderassen is het niet mogelijk zaad voor een vervolgteelt te oogsten. Hierdoor moet elk jaar nieuw zaad geproduceerd worden. Tot circa 20 jaar geleden waren bijna alle Nederlandse rassenlijstrassen drieweghybriden. Momenteel bestaat ongeveer de helft van de rassenlijstrassen uit enkelvoudige hybriden.

Genetisch gemodificeerde rassen (ggo)

Sinds 2000 staat een genetisch gemodificeerd ras (Chardon-LL) op de rassenlijst. Dit ras is een herbicide-tolerante (glufosinaat-ammonium) variant van het ras Orient. Het ras wordt in Nederland echter niet geteeld. De noodzaak voor herbicide-tolerante rassen is er niet en de melkverwerkende industrie staat er afwijzend tegenover.

Het EG-beleid is rond GGO's behoorlijk terughoudend. Zeker voor wat betreft de teelt ervan. Mocht de maïswortelkever zich in Nederland verspreiden dan is het belang van GGO's echter groot, want dit biedt dan de belangrijkste (milieuvriendelijke) oplossing voor dit probleem.

In algemene zin heeft het gebruik van GGO's altijd een risico. Elke modificatie staat op zich en de risico's hiervan moet men van modificatie tot modificatie bekijken. Vooralsnog zijn er geen verontrustende geluiden vanuit gebieden waar men ggo's op grote schaal toepast. In 2008 zijn er door een aantal kweekbedrijven toch rassenproeven in Nederland uitgevoerd. Doel is om genetisch gemodificeerde rassen toegelaten te krijgen voor Europa.

6.2 Rassenonderzoek

In Nederland kennen we de Nationale Rassenlijst en de Aanbevelende Rassenlijst. Op de Nationale Rassenlijst staan rassen die volgens EU-criteria voldoende cultuur- en gebruikswaarde hebben en geen risico vormen voor de snijmaïsteelt in Nederland en Europa. Op de Aanbevelende Rassenlijst

staat een topselectie van rassen van de Nationale Rassenlijst, die voor de teelt in Nederland worden aanbevolen. Voor de serieuze maïsteler is daarom alleen de Aanbevelende Rassenlijst van belang.

De Commissie Samenstelling Aanbevelende Rassenlijst (CSAR), die is ingesteld door Plantum-NL, het Productschap voor de Akkerbouw (PA) en LTO-Nederland beslist over de opname van maïsrassen op deze lijst. Zij doen dit op basis van gegevens, die afkomstig zijn van het enige onafhankelijk maïsrassenonderzoek in Nederland. Het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) onderdeel van Wageningen UR voert dit onderzoek uit volgens een door CSAR en RvP in samenspraak met telers en kwekers goedgekeurd protocol. Hier wordt jaarlijks objectief en onafhankelijk de cultuur- en gebruikswaarde van de diverse rassen bepaald. Op acht proefvelden, verspreid over Nederland, vergelijkt men jaarlijks ongeveer 110 snijmaïsrassen met elkaar, inclusief alle algemeen en nieuw aanbevolen rassen op de Aanbevelende Rassenlijst. Voor een juiste en betrouwbare advisering worden nieuwe rassen na drie jaar onderzoek op de rassenlijst geplaatst. Naast het officiële onderzoek zijn er ook andere instanties die (demo)-onderzoek aan maïsrassen uitvoeren, maar door financiering, opzet of wijze van uitvoering mogen deze niet het predikaat onafhankelijk hebben.

6.3 Rassenkeuze snijmaïs

Voor een juiste rassenkeuze op basis van onafhankelijke resultaten kan men het beste gebruik maken van de Aanbevelende Rassenlijst voor Landbouwgewassen. Deze Rassenlijst aangevuld met gegevens van rassen die twee jaar onderzocht zijn, staan ook in het rassenbulletin “Snijmaïs” van het PPO-WUR. De tabellen uit het rassenbulletin staan vermeld in tabel 6.1 en 6.2. Het volledige rassenbulletin (tabellen en tekst) is te vinden op de internetpagina van het PPO –WUR (www.ppo.wur.nl/NL/publicaties.Rassenbulletins) en op de site van het Productschap Akkerbouw (www.kennisakker.nl).



Kies een ras uit de Aanbevelende Rassenlijst

Tabel 6.1 Overzicht van raseigenschappen bij snijmaïs, gemiddelde resultaten over de jaren 2005 t/m 2010

Rubricering ²⁾ Rasnaam/-code	Stevigheid	Zomerlegering	Stengelrot resistentie	Builenbrand resistentie	Helminthosporium tolerantie	Snelheid grondbedekking	Plantlengte	Vroegheid bloei ³⁾	Drogestof gehalte	VEM/kgds ⁴⁾	Drogestof opbrengst	VEM-opbrengst
ZEER VROEGE RASSEN												
A Atrium	7.5	8	7	8.5	6.5	9	96	8.5	107	102	98	100
A NK Baleric	7.5	7.5	7.5	8.5	8	8	99	7	104	100	98	98
A NK Bull	7.5	7.5	8	8.5	7.5	8.5	92	8	101	101	98	99
N Chavox	8.5	8.5	7	8.5	7.5	7	93	8	104	102	97	99
N PR39N39	7.5	7	8	8.5	7.5	8	102	8	102	101	97	99
N LG 30.208	8	8	7	8.5	6.5	8.5	97	8	103	101	98	99
B Adenzo	8	8	7.5	9	6.5	7	93	8.5	101	102	94	96
B Azelo	7	8	8	8	7	8	100	7.5	107	99	99	98
B Aastar	8	8.5	8.5	9	7	7.5	93	8	102	102	97	99
B Dualto	8.5	7.5	7.5	8	8	8	97	8	102	100	97	97
B Adept	8.5	8.5	7	8.5	6	8	97	9	112	101	91	92
Nieuw op Rassenlijst 2011												
N LG 30.211	8	8	7.5	8	7.5	8.5	99	7.5	104	101	102	103
N Aritzo	8.5	8.5	6	8.5	7	8	95	8.5	112	102	96	98
VROEGE RASSEN												
A Ayro	6	6	8.5	8.5	8	8.5	103	7	98	100	103	104
A NK Jasmic	7	7	8	6.5	7.5	8.5	102	7	102	99	101	100
A Abriko	8	8.5	7.5	8.5	6	8	105	7	98	100	99	99
A Nerissa	8.5	8.5	7	8.5	7.5	7	103	7	102	99	98	97
N LG 30.218	8	8	7	8.5	7.5	8	97	7.5	100	102	103	105
N NK Cooler	7	6.5	8	8.5	8	8.5	106	7	96	98	105	103
N ES Fortran	8	7	8	8.5	7.5	7	99	7	97	99	102	101
N Tiago	8	7.5	7	7	7.5	8	110	6.5	99	99	101	100
B Aabsint	8	8	7.5	8.5	6.5	8.5	97	8	99	101	98	99
B Starchy	8.5	8.5	7	8.5	8	6	105	6.5	100	99	98	97
B Expert	8	8.5	6	8.5	5.5	8.5	107	7.5	104	98	100	98
B Castro	7	8.5	8	8	6	7.5	100	7.5	101	99	100	99
Nieuw op Rassenlijst 2011												
N LG 30.225	7.5	7.5	8.5	8	8	9	101	7.5	96	101	104	105
N Nitro	8	8.5	7.5	8	7.5	8	98	7.5	101	101	101	103
N LG 30.221	8	8.5	8.5	8	7.5	9	97	8	97	101	102	102
MIDDEN VROEGE RASSEN												
A LG 32.27	6	7	8	8.5	7	7.5	97	8	95	101	101	102
N Torres	6.5	6.5	7.5	8	8	8.5	107	7.5	93	98	107	105
N NK Top	6	6	7.5	8.5	7.5	7.5	101	7.5	94	99	104	103
N LG 32.34	8.5	8.5	8	8.5	7.5	8	97	7	95	101	101	102
N Jogger	7	6.5	8	8	8	8	101	6.5	94	99	103	102
100 = ... resp. in cm; %; VEM/kgds; ton/ha; ton kVEM/ha							280	35.6	993	20.4	20.3	

Vervolg tabel 6.1 Rassen 3 en 2 jaar in onderzoek

Rasnaam/-code	Stevigheid	Zomerlegering	Stengelrot resistentie	Builenbrand resistentie	Helminthosporium tolerantie ⁵⁾	Snelheid grondbedekking	Plantlengte	Vroegheid bloei ³⁾	Drogestof gehalte	VEM/kgds ⁴⁾	Drogestof opbrengst	VEM-opbrengst
ZEER VROEGE RASSEN												
3 jaar onderzocht												
Surona	7	7	7.5	8.5	8	7.5	98	8	103	101	97	97
Sulord	7.5	7	7	9	7	8	99	8	110	100	97	97
2 jaar onderzocht												
X8T133	8.5	7.5	8.5	8.5	*	7.5	101	7.5	103	101	101	102
LZM159/75	6	6	8.5	8	*	9	98	8.5	104	100	101	101
RH09008	8.5	7.5	6.5	9	*	8	97	8	112	102	95	97
LZM159/74	7	7.5	7.5	8	*	8.5	101	8	103	100	100	101
FMB23	7.5	8.5	8	7.5	*	7	100	8	109	101	97	98
EGZ8108	6	6.5	8.5	9	*	7.5	112	7.5	103	97	104	101
X8V244	7.5	7	6	8.5	*	8.5	103	7.5	106	99	97	96
VROEGE RASSEN												
3 jaar onderzocht												
Sustella	6	6.5	6.5	8	8	8	98	8	102	100	97	97
2 jaar onderzocht												
LZM159/77	7.5	8	7.5	9	*	9	100	7.5	98	101	105	106
DAS08104	6.5	6	6.5	9	*	6.5	93	7.5	100	100	103	103
LZM158/51	8.5	8.5	6.5	8.5	*	8.5	99	7.5	101	100	104	104
NX07198	7.5	7.5	7.5	9	*	7	97	6.5	96	99	103	103
X8V240	8.5	8.5	8	8.5	*	7	100	7	96	101	100	101
LZM159/73	8.5	9	6	8.5	*	7	98	7	98	101	102	103
LZM159/76	7	6.5	8.5	8	*	7.5	98	7	96	101	104	104
LZM159/72	8	8.5	8.5	9	*	8	102	7	99	100	103	103
NX07108	7.5	7	8	7.5	*	8	95	8.5	101	102	97	98
EH3223	8	7.5	8.5	9	*	7.5	99	7	100	99	102	101
X7W700	7	7	6.5	8	*	7	104	7.5	102	101	96	97
MIDDEN VROEGE RASSEN												
3 jaar onderzocht												
Nutreca	7	6.5	8.5	8.5	7.5	8.5	100	7	91	100	103	103
2 jaar onderzocht												
NX14448	7	7	8	8	*	9	111	6.5	91	98	107	105
RH09016	8	8	7	8.5	*	7	105	6	90	99	103	102
100 = ... resp. in cm; %; VEM/kgds; ton/ha; ton kVEM/ha							280	35.6		993	20.4	20.3

Bron: CSAR en PPO-WUR

¹ Plantlengte, drogestofgehalte, verteerbaarheid, drogestofopbrengst en VEM-opbrengst zijn weergegeven in verhoudingsgetallen. De overige eigenschappen in waarderingscijfers, waarbij hoge cijfers een gunstige waardering betekent

² Rubricering in Rassenlijst 2011: A = Alg. aanbevolen ras; B = Beperkt aanbevolen ras; N = Nieuw aanbevolen ras.

Vervolg tabel 6.1, Rassen 3 jaar en 2 jaar onderzocht.

³ De vroegheid van vrouwelijke bloei is vooral van belang in een ongunstig jaar. Bij twee rassen met gemiddeld hetzelfde drogestofgehalte heeft in zo'n jaar het laatstbloeiende ras vaak een relatief lager drogestofgehalte.

⁴ De VEM/kg drogestof is vóór 2007 berekend op basis van een in-vitro bepaalde verteerbaarheid; volgens de methode van Tilley en Terry (T&T) en vanaf 2007 op basis van NIRS, gecalibreerd op T&T.

⁵ * = onvoldoende waarnemingen

6.3.1 Raseigenschappen

Op basis van het drogestofgehalte, de vroegheid van bloei en de mate van resistentie tegen Fusarium (stengelrot) is het rassenassortiment ingedeeld in zeer vroege, vroege en middenvroeg rassen. In een gemiddeld jaar en bij gelijke uitzaai bereikt een zeer vroeg ras 2 tot 3 weken eerder een drogestofgehalte van 25% dan een middenvroeg ras. Hieronder volgt een toelichting op de verschillende raseigenschappen die van belang zijn voor een optimale groei van het gewas. In het cultuur- en gebruikswaardeonderzoek geeft het PPO een waardering aan deze eigenschappen.

Legering

Legering van maïs is een resultante van stevigheid en stengelrotaantasting. In het cultuur- en gebruikswaardeonderzoek wordt voor beide eigenschappen een aparte waardering gegeven.

Stevigheid

Bij gebrek aan stevigheid nemen de risico's voor legering toe. Een gebrek aan stevigheid wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door wortelzwakte en soms door stengelzwakte.

Legering door wortelzwakte, waarbij de planten bij de grond scheefgroeien of omvallen, komt zowel bij korte als bij lange rassen voor. Bij lange rassen is het risico op legering echter groter. Deze vorm van legering treedt vooral op aan het eind van het groeiseizoen. Soms is het gewas ook rond de bloei gevoelig voor legering door wortelzwakte (zomerlegering). Deze treedt meestal op bij zware buien met windvlagen in perioden dat de maïs zeer snel groeit. Bij zomerlegering treedt, in tegenstelling tot herfstlegering, meestal herstel van het gewas op. Er vormen zich dan de karakteristieke "wandelstokken". Dit kost echter wel opbrengst omdat het gewas tijdelijk minder efficiënt licht onderschept en er een langere stoppel achterblijft na de oogst.

Bij legering door stengelzwakte breken of knikken de groene stengels meestal een meter boven de grond. Dit komt hoofdzakelijk voor bij lange rassen met een hoge tot zeer hoge kolfaanzet. Bij een hoger plantaantal neemt over het algemeen de gevoeligheid voor legering door stengelzwakte toe.

Stengelrot

Stengelrot wordt veroorzaakt door Fusariumschimmels en komt vooral voor bij een afrijpend gewas. Het is te herkennen aan de voze stengelvoet, hangende kolven en het omvallen van de voze stengels. Na droogte bestaat er een grotere kans op een stengelrotaantasting. Daarnaast neemt door een dichte stand de kans op een stengelrotaantasting toe. Stengelrot kan leiden tot een sterke verhoging van het drogestofgehalte en een duidelijke verlaging van de verteerbaarheid.

De mate van aantasting door stengelrot wordt zowel bepaald door de resistentie die het ras bezit, als door het rijpingsstadium waarin het gewas verkeert. Een ras met een laag cijfer voor stengelrotresistentie moet men daarom tijdig oogsten. Dit zal bij zeer vroege rassen minder snel problemen geven dan bij latere rassen.

Builenbrand

Builenbrand treedt vooral op in droge, warme jaren bij gewassen die te lijden hadden van droogte. Tussen rassen bestaan wel verschillen in de mate van resistentie tegen deze ziekte. Bij een zware ziektedruk kan de aantasting tussen de rassen uiteenlopen van 0 tot 70% (percentage aangetaste planten). In het warme jaar 2003 was de aantasting maximaal 20-25%. In 2009 en 2010 was de aantasting tussen de 5 en 10%.

Helminthosporium - bladvlekkenziekte

Sinds 2007 wordt maïs in Nederland op vrij grote schaal aangetast door bladvlekkenziekten. Deze ziekten worden veroorzaakt door de schimmel *Helminthosporium*. Zie voor meer informatie over deze ziekte Hoofdstuk 9 (Ziekten en plagen). Zowel de korrelopbrengst als de VEM-opbrengst

worden negatief beïnvloed door een *Helminthosporium*aantasting. De schade is het grootst bij een vroege aantasting (juli). Tevens maakt *Helminthosporium* mais gevoeliger voor een aantasting door *Fusarium* (stengelrot).

De beoordeling van de rassen heeft nu plaatsgevonden gedurende drie jaar op diverse rassenproefvelden in verschillende regio's in Nederland. De rasvolgorde per jaar is zeer consistent. Rassen met 100% resistentie zijn nog niet beschikbaar.

Na de bloei wordt het maisgewas gevoeliger voor *Helminthosporium*, omdat de plant zich meer gaat richten op de productie van de kolf en minder op het in stand houden van het bladapparaat. Rassen die vroeger bloeien zijn daardoor iets gevoeliger voor een aantasting van *Helminthosporium*. Hierdoor is het beter rassen van vergelijkbare vroegheid (van bloei) met elkaar te vergelijken. Later bloeiende rassen zijn over het algemeen iets minder gevoelig. Dit moet echter niet worden overtrokken, want er zijn ook zeer vroeg bloeiende rassen, die een goede tot zeer goede resistentie hebben.

Snelheid grondbedekking

Op de rassenlijst is vanaf Rassenlijst 2010 de beginontwikkeling vervangen door de eigenschap snelheid grondbedekking. Deze geeft weer hoe snel een ras een bepaalde massa vormt en de grond bedekt. Tevens dus een maat voor de onkruidonderdrukking. Deze is afhankelijk van het ras, maar ook van de kwaliteit van het zaaizaad. Tussen een waardering van een 6 en een 9 op de rassenlijst zit jaarsafhankelijk gemiddeld 1,5 week in sluiten van het gewas.



Snelheid grondbedekking is sterk rasafhankelijk

Plantlengte

De eigenschap lengte moet in relatie worden gezien met de stevigheid van een ras. Het risico van legering, door hoofdzakelijk stengelzwakte, kan men op basis van deze twee eigenschappen beter inschatten. Daarnaast geeft de lengte informatie over de massaliteit van een gewas, wat van belang kan zijn bij verkoop op stam. Bedenk hierbij dat de langste rassen kwalitatief vaak niet de beste zijn.

Vroegheid van vrouwelijke bloei

Laatbloeiende rassen moeten ten aanzien van het drogestofgehalte een achterstand inhalen bij vroegbloeiende rassen. In jaren met een vroege bloei en gunstige afrijpingsomstandigheden lukt dit meestal wel. Wanneer het moeilijk is een drogestofgehalte van 30% te bereiken, vallen laat bloeiende rassen vaak tegen in drogestofgehalte. Daarnaast hebben vroegbloeiende rassen tijdens korrelzetting een grotere kans te ontsnappen aan een vroegtijdig vochttekort, omdat de kans op droogte in de loop van het groeiseizoen toeneemt. Dit wordt echter sterk bepaald door de neerslagverdeling gedurende het groeiseizoen. Een vroege bloei verhoogt de bedrijfszekerheid van een ras. Gemiddeld over de jaren ligt het tijdstip van vrouwelijke bloei bij het huidige rassensortiment op circa 79 dagen na zaaien. Het verschil in bloeitijdstip tussen het vroegst en het laatst bloeiende rassenlijst ras bedraagt circa 10 dagen. Gemiddeld bloeit de mais in Nederland dus rond 20 juli, ras- en jaarsafhankelijk kan dit 2-3 weken vroeger of later zijn.

Drogestofgehalte

Het drogestofgehalte wordt bepaald door het tijdstip van vrouwelijke bloei, de snelheid van afrijping, het kolfaandeel en de mate van aantasting door stengelrot. Het optreden van inkuilverliezen is sterk afhankelijk van het drogestofgehalte. Het meest optimale drogestofgehalte ligt bij 35-36 %. De productie is dan het hoogst, de inkuilverliezen het laagst en de opname en benutting door de koe het meest optimaal. De rassen op de Aanbevelende Rassenlijst hebben veelal een harmonische afrijping tussen kolf en plant, waardoor de kans op perssappverliezen bij een oogst rond 32% minimaal is. Bij drogestofgehalten boven de 36% kan de voederwaarde negatief beïnvloed worden door een sterke stengelrotaantasting. Ook is er dan een grotere kans op broei in de kuil en onverteerbare korrels of korreldelen in de mest.

Kwaliteit

Voor een juiste beoordeling van de kwaliteit van snijmaistrassen is en blijft de VEM/kgds (voederwaarde) de belangrijkste parameter. Het geeft aan hoeveel energie een koe per kg ds beschikbaar kan krijgen. Daarnaast zijn zetmeelgehalte en celwandverteerbaarheid zijn belangrijke eigenschappen die de kwaliteit van het snijmaïsgewas bepalen. Rasinformatie over deze eigenschappen staan in tabel 6.2. Bij de VEM/kgds en de celwandverteerbaarheid geldt, hoe hoger hoe beter! Bij zetmeel kan men afhankelijk de specifieke bedrijfssituatie (zie bij kopje "zetmeelgehalte") kiezen voor een hoog of laag gehalte aan zetmeel. In Nederland gaat de voorkeur overwegend uit naar een hoog gehalte (bestendig) zetmeel.

Eén kilo drogestof snijmais bestaat voor 30-40% uit zetmeel, voor 35-45% uit celwanden en voor 25% uit overige bestanddelen zoals eiwit, vet, suiker en organische zuren. Het zetmeel is voor ca. 98% verteerbaar en de celwanden voor 40-50%. Van de totale energie uit een kilo snijmais (VEM/kgds) komt daardoor gemiddeld 45-55% uit zetmeel en 20-25% uit celwanden. Door de rassenkeuze zijn deze percentages te beïnvloeden. Voor een juiste beoordeling van de kwaliteit van snijmaistrassen is de VEM-waarde per kg drogestof de belangrijkste parameter. Gezien de opname capaciteit van een koe beperkend is voor de hoogte van de melkproductie, is een hoge energiewaarde per kilo opgenomen drogestof essentieel.

Uit conserveringsonderzoek van Livestock Research Wageningen UR in 2003 en 2004 bleek dat de voederwaardeverliezen en verandering van zetmeelgehalte en celwandverteerbaarheid niet afhankelijk zijn van het rastype. Dit betekent dat de rasvolgorde, zoals die in de rassenlijst staat vermeld voor wat betreft kwaliteit, niet veranderd als gevolg van inkuilen.

Tabel 6.2 Kwaliteit van snijmaïsrassen, absolute getallen, gem. 2005 t/m 2010.
Celwandverteerbaarheid gem. 2004 t/m 2009 ⁶⁾.

Ras in volgorde van vroegheid	Gemeten ⁷⁾				Berekend ⁸⁾	Aantal ⁹⁾ jaren in onderzoek
	Drogestof- gehalte (%) gehele plant	VEM/kgds gehele plant	Celwand- verteerbaar- heid (%)	Zetmeel- gehalte bij oogst (gr/kgds)	Zetmeel- gehalte bij 35% ds (gr/kgds)	
ZEER VROEG						
Aritzo	39.8	1013	46.2	401	396	3
Adept	39.8	1001	44.5	402	377	6
Sulord	39.1	996	45.5	378	368	3
Atrium	38.1	1012	47.0	391	382	5
Azelo	38.0	984	46.3	375	365	5
LG 30.211	37.0	1001	48.0	381	374	3
Chavoxx	36.9	1010	43.4	388	378	4
NK Baleric	36.9	989	43.9	392	392	5
Surona	36.8	1001	45.1	378	371	3
LG 30.208	36.6	1000	48.1	375	371	4
PR39N39	36.5	1006	41.3	379	369	4
Aastar	36.4	1017	50.3	361	350	6
Dualto	36.2	992	46.3	369	367	5
NK Bull	36.0	1000	42.7	380	377	6
Adenzo	35.8	1012	46.7	387	384	6
VROEGE RASSEN						
Expert	37.2	975	45.0	379	371	6
Sustella	36.5	997	45.2	381	374	3
NK Jasmic	36.4	983	46.0	368	364	5
Nerissa	36.3	982	44.5	387	379	6
Castro	36.0	980	46.9	361	357	6
Nitro	35.8	1006	48.9	379	378	3
Starchy	35.6	984	45.4	383	378	6
LG 30.218	35.4	1011	49.8	376	377	4
Tiago	35.3	982	47.0	349	348	4
Aabsint	35.2	999	47.8	378	376	6
Ayrro	35.1	996	51.1	356	359	5
Abriko	34.8	995	47.9	371	374	6
ES Fortran	34.5	985	44.8	366	372	4
LG 30.221	34.5	1001	48.6	374	378	3
NK Cooler	34.2	972	43.6	358	363	4
LG 30.225	34.0	1003	51.4	367	373	3
MIDDEN VROEGE RASSEN						
LG 32.34	34.0	1005	47.7	367	374	4
LG 32.27	34.0	1002	46.9	375	380	5
NK Top	33.6	984	44.4	374	384	4
Jogger	33.6	979	43.7	363	374	4
Torres	33.2	975	45.6	364	375	4
Nutrec	32.4	995	49.7	349	366	3
Gemiddelde ¹⁰⁾	35.6	993	46.6	373	372	

Bron: CSAR en PPO-WUR

⁶⁾ In de praktijk kunnen deze waarden lager uitvallen, omdat het proefveldresultaten zijn van betere percelen, zonder kopakkers en vóór inkuilen.

⁷⁾ Het drogestofgehalte, de VEM/kg drogestof en de celwandverteerbaarheid zijn bepaald op proefvelden waar alle rassen op hetzelfde tijdstip zijn geoogst.

⁸⁾ Op basis van de regressie tussen drogestofgehalte en zetmeelgehalte is het zetmeelgehalte bij 35% berekend. De regressie is bepaald op basis van het bij oogst gerealiseerde drogestof- en zetmeelgehalte op elke proef.

⁹⁾ Op basis van het aantal jaren in onderzoek kan de mate van betrouwbaarheid van de gegevens worden afgelezen. De prestatie van een ras kan van jaar tot jaar behoorlijk variëren. Meer jaren geeft een betere inschatting van de te verwachten prestatie. Vóór 2007 werd de kwaliteit per jaar bepaald op 4 proefvelden, vanaf 2007 op 8 proefvelden.

¹⁰⁾ Het gemiddelde is berekend op basis van de A- en N-rassen van RL2010

Voederwaarde

De berekening van de voederwaarde van snijmaïs, berust op de verteerbaarheid van de organische stof (VC-os) en het anorganische stof gehalte (as), dat hierin een negatieve rol speelt. In het rassenonderzoek wordt de VC-os vanaf 2007 bepaald via NIRS gecalibreerd op de pensvochtmethode van Tilley&Terry. De VC-os wordt enerzijds bepaald door de samenstelling van de organische stof en anderzijds door de verteerbaarheid van de diverse componenten, waarbij celwanden en zetmeel de belangrijkste elementen zijn. Een ras moet zowel een hoog zetmeelgehalte als een zeer goede verteerbaarheid van de celwanden hebben om een topvoederwaarde te realiseren. Het zetmeelgehalte en de celwandverteerbaarheid geven inzicht in de samenstelling van de voederwaarde. Deze samenstelling is medebepalend voor de voederwaarde op dierniveau, zie hiervoor het hoofdstuk Voeding.

De voederwaarde (VEM/kgds) is in het oogsttraject van snijmaïs niet afhankelijk van het oogsttijdstip en hoeft niet gecorrigeerd te worden naar drogestofgehalte. Gemiddeld over de jaren blijft de voederwaarde tussen 28 en 40% drogestof gelijk, zolang er geen zware stengelrotaantasting optreedt. De voederwaarde blijft in dit traject gelijk doordat een afname in de celwandverteerbaarheid wordt gecompenseerd door een toename in het zetmeelgehalte. Dit kan betekenen dat in de toekomst de celwandverteerbaarheid mogelijk ook berekend moet worden bij 35% drogestof, zoals dat ook bij zetmeel gebeurt. Dit is nu nog in onderzoek. Wel is het verstandig zoveel mogelijk rassen van vergelijkbare vroegheid op celwandverteerbaarheid te vergelijken. Veelal gebeurt dit toch al omdat de situatie van het bedrijf en het perceel de maisteler vaak al noodzaakt om een ras van een bepaalde vroegheid te kiezen.

Gemiddeld over de A- en N- rassenlijstrassen (100=) is de voederwaarde 993 VEM/kgds. Rassen met een voederwaarde van relatief 98 worden door de handel en de maisteler regelmatig als onvoldoende betiteld, maar gezien het hoge niveau waar de Aanbevelende Rassenlijst voor staat is dit zeker niet terecht. Ook rassen met een voederwaarde van 98 realiseren een hoge voederwaarde. Natuurlijk is een hogere waarde beter, maar in de combinatie met de vroegheid en de drogestofopbrengst verdienen deze rassen niet voor niets de kwalificatie "aanbevelingswaardig"! Door het veredelen van nieuwe rassen is de voederwaarde in de laatste 18 jaar met 10% gestegen. Deze verbetering wordt naast een hoog zetmeelgehalte de laatste jaren vooral veroorzaakt door verbeteringen in celwandverteerbaarheid. Voor een top melkproductie is een hoog zetmeelgehalte van zeer groot belang. Zeker in de eerste helft van de lactatie kan een koe grote hoeveelheden (bestendig) zetmeel aan. Om te voorkomen dat er in dit deel van de lactatie te weinig energie op pensniveau beschikbaar is en/of de koe te veel in conditie achteruit holt, is een hoge celwandverteerbaarheid zeer belangrijk. Energie uit celwanden komt namelijk hoofdzakelijk op pensniveau beschikbaar.

Daarnaast geeft een hogere celwandverteerbaarheid een hogere passagesnelheid, waardoor de koe een hogere drogestof opname per dag en daarmee een hogere productie kan realiseren. Tot slot is het zo, dat alles wat de koe benut niet in de mest terecht komt. In de tweede helft van de lactatie moet voorkomen worden dat door te veel (bestendig) zetmeel de koeien gaan vervetten. Naast een zeer hoog zetmeelgehalte is een hoge celwandverteerbaarheid dus van essentieel belang voor een topmelkproductie, een goede conditie van uw veestapel en een lagere mestproductie.

Zetmeelgehalte

Uit voedingsonderzoek, uitgevoerd in 2005, waarbij het rantsoen voor 70% uit snijmaïs bestond bleek dat bestendig zetmeel gunstig is voor de benutting van snijmaïs bij hoogproductief melkvee. Hieruit kan geconcludeerd worden dat voor koeien in de eerste fase van de lactatie geen bovengrens hoeft te worden gesteld aan de hoeveelheid bestendig zetmeel. Verderop in de lactatie geeft bestendig zetmeel doorgaans dalende productie en toenemende kans op vervetting. Het advies is daarom om de hoeveelheid bestendig zetmeel in het rantsoen af te laten hangen van

lactatiestadium en productieniveau (bij een gemiddelde Body Condition Score (BCS)). De hoeveelheid bestendig zetmeel in een rantsoen is afhankelijk van de hoeveelheid zetmeel en het bestendigheds-percentage. Op dit moment wordt in het rassenonderzoek wel het zetmeelgehalte bepaald, maar de bestendigheid kan nog niet worden bepaald. Vooralsnog moet er gerekend worden met een gemiddelde bestendigheid. Daarom kan men het best een ras kiezen met de hoogste voederwaarde met daarbinnen een ras met een zetmeelgehalte die het beste past op bedrijfsniveau. Met de hoge melkproducties in Nederland wordt er over het algemeen niet snel te veel zetmeel gevoerd.

Een hoog zetmeelgehalte is niet per definitie positief, daarom is het zetmeelgehalte slechts een beschrijvende en geen aanbevelende eigenschap op de Rassenlijst.

Het zetmeelgehalte wordt sterk bepaald door het kolfaandeel. Naarmate de snijmaïs afrijpt, neemt het aandeel van de kolf in de drogestof toe. Bij toename van het drogestofgehalte is er dus een toename van het zetmeelgehalte. Per ras is dit verband verschillend. Om een goed beeld te krijgen van het verloop in zetmeelgehalte en in de rasvolgorde hierin, is het daarom gewenst zowel het zetmeelgehalte bij oogst, als bij het voor snijmaïs optimale dsgehalte van 35% weer te geven.

Bij zetmeel kan men afhankelijk de specifieke bedrijfssituatie (zie bij kopje “zetmeelgehalte”) kiezen voor een hoog of laag gehalte aan zetmeel. In Nederland gaat de voorkeur overwegend uit naar een hoog gehalte (bestendig) zetmeel.

Voor de vergelijking van rassen op het zetmeelgehalte zal moeten worden in geschat, welk drogestofgehalte de maïs op het betreffende perceel kan bereiken. In de situatie van een kort groeiseizoen (Noord-Nederland, late zaai of vroege oogst) is voor zeer vroege rassen de kolom “berekend bij 35% drogestof” meestal relevant. Voor zeer vroege rassen in het zuiden van Nederland kan de kolom “bij oogst”, indien gewenst, worden aangehouden. Voor middenvroeg rassen in het midden van Nederland biedt in de meeste gevallen de kolom “bij oogst” de beste informatie. In het zuiden moet met deze rassen toch redelijkerwijs 35% bereikt kunnen worden. Wil men zeer vroege en middenvroeg rassen met elkaar vergelijken, bedenk dan dat indien met een zeer vroeg ras op een bepaald perceel 36-37 % drogestof bereikt kan worden, dit voor een middenvroeg ras slechts 32-33% is. In dit geval moet dan ook de waarde in kolom “bij oogst” met elkaar vergeleken worden.

Gedurende het groeiseizoen kan men afhankelijk van de kolfontwikkeling het uiteindelijke zetmeelgehalte sturen door vroeger of later te oogsten. Bij zeer vroege rassen, die eerder in het groeiseizoen een bepaald drogestofgehalte bereiken, is de mogelijkheid te sturen groter dan bij middenvroeg rassen.



Bestendig zetmeel goed voor productie in eerste fase van lactatie

Celwandverteerbaarheid

Door een toename van het zetmeelgehalte neemt het celwandgehalte gedurende de afrijping af. De invloed van de celwanden op de voederwaarde wordt dus gedurende de afrijping minder. Bij rassen met een hoog zetmeelgehalte is de invloed van de celwanden op de voederwaarde minder dan bij rassen met een laag zetmeelgehalte, omdat de celwanden bij de eerstgenoemde rassen een kleiner deel van de organische stof uitmaken. De celwand bestaat uit hemicellulose, cellulose en lignine. Het aandeel van de verschillende bestanddelen en de bindingen zowel binnen als tussen de bestanddelen bepalen in grote mate de verteerbaarheid van de celwand. De celwandverteerbaarheid geeft aan hoe makkelijk de celwanden op pensniveau afbreekbaar zijn en de energie beschikbaar komt.

Naast een afname van het celwandgehalte neemt ook de verteerbaarheid hiervan tijdens de afrijping af. Vooralsnog geven we de celwandverteerbaarheid in één cijfer weer. Onderzoek moet uitwijzen of dit moet worden aangepast conform zetmeel.

De zeer vroege rassen op de Rassenlijst hebben gemiddeld een lagere celwandverteerbaarheid dan de middenvroeg rassen, omdat ze geoogst zijn bij een hoger drogestofgehalte. Als een zeer vroeg ras op de Rassenlijst een vergelijkbare celwandverteerbaarheid heeft als een middenvroeg ras, dan is de celwandverteerbaarheid van het zeer vroege ras in principe beter. Rassen met een vergelijkbare vroegheid zijn in ieder geval goed met elkaar te vergelijken. Gemiddeld over de rassenlijstrassen zijn de celwanden voor 47 % verteerbaar, met een range van 41 tot 51%. In werkelijkheid is de genetische variatie veel groter, maar rassen met een celwandverteerbaarheid rond de 40% worden vrijwel niet op de Rassenlijst aanbevolen omdat deze rassen ook bij een zeer hoog zetmeelgehalte geen voldoende hoge voederwaarde bereiken.

Vooralsnog is de celwandverteerbaarheid een beschrijvende eigenschap, maar omdat een hoge celwandverteerbaarheid altijd positief is, is een aanbeveling op deze eigenschap in de toekomst mogelijk. Een hogere celwandverteerbaarheid bij mais heeft géén negatief effect op de structuurwaarde van het rantsoen.

Drogestof- en VEM-opbrengst

Voor beoordeling van snijmaïsrassen is de drogestofopbrengst een belangrijke eigenschap. Het geeft aan hoeveel ruwvoer er per ha geoogst kan worden. De VEM-opbrengst is echter zeker zo belangrijk omdat we hiermee de energie-opbrengst per ha aanduiden. Het doel van een geslaagde maïsteelt is een zo hoog mogelijke VEM-opbrengst per ha. Of men hierbij meer nadruk legt op de drogestofopbrengst of de voederwaarde is met name afhankelijk van de ruwvoerpositie op een bedrijf.

Voor het weergeven van de energieproductie per ha, is bij snijmais de VEM-opbrengst de enig juiste parameter. Hierin wordt zowel de energie-opbrengst vanuit de kolf (zetmeel) als vanuit de plant op waarde geschat. Elke andere weergave van de energieproductie geeft een onjuist of onvolledig beeld.

6.3.2 Bedrijfsomstandigheden en praktijkervaring

Om een goed ruwvoer te winnen is het in eerste instantie van belang dat de teelt slaagt, deze de gewenste opbrengst en kwaliteit oplevert, die uiteindelijk op bedrijfsniveau de hoogste benutting geeft. Een juiste rassenkeuze is hierbij van zeer groot belang. Uit onderzoek, uitgevoerd in 2003 en 2004, bleek dat het optimale oogststadium niet afhankelijk is van het rastype. Ook is er geen noemenswaardig verschil in oogstelasticiteit tussen de stay green en dry down typen. Uit voedingsonderzoek kwam geen verschil naar voren in opname, voederwaarde en productie tussen het stay green type en dry down type. Dit betekent dat men bij de raskeuze geen rekening hoeft te houden met deze aspecten. De raskeuze blijft dus afhankelijk van het teeltrisico, gebruiksdoel en

gewenste opbrengst en kwaliteitsaspecten. Deze worden bepaald door de specifieke bedrijfsomstandigheden, waarop men de optimale rassenkeuze dan ook moet afstemmen (tabel 6.3). Aan de hand van de geldende omstandigheden en de ervaringen van de teler kan hij het beste ras kiezen.

Tabel 6.3 Belangrijke raseigenschappen bij diverse bedrijfsomstandigheden.

Bedrijfsomstandigheid	Belangrijke raseigenschappen
Teeltrisico	
Kort groeiseizoen	Drogestofgehalte, vroegheid van bloei, snelheid grondbedekking
Noord- / West- Nederland	
Late Zaai	
Vroege oogst	
Kleigrond / Natte zandgrond	
Hoge onkruiddruk	Snelheid grondbedekking
Kans op gebrek aan stevigheid	Stevigheid, zomerlegering, plantlengte
Kleigrond / Natte zandgrond	
Late zaai	
Hoge plantaantallen	
Kans op droogte	Vroegheid bloei, stengelrotresistentie, builenbrandresistentie, Celwandverteerbaarheid
Kans op ziekten	Stengelrotresistentie en builenbrandresistentie
Gebruiksdoel	
Verkoop op stam	Stevigheid, zomerlegering, stengelrotresistentie, plantlengte, vroegheid bloei
Massa, kolf, mooi ogende maïs	
Eigen gebruik opbrengst belangrijk	Drogestofopbrengst, VEM-opbrengst
Weinig beschikbare grond	
Ruwvoer te kort	
Eigen gebruik kwaliteit belangrijk	Voederwaarde, vroegheid bloei, VEM-opbrengst
Voldoende grond beschikbaar	
Hoogproductieve veestapel	
Ruwvoeroverschot	
Eigen gebruik met oogstspreading	Drogestofgehalte, vroegheid bloei, stengelrotresistentie
Meer kuilen maken	
Zelf hakselen	
Benutting kwaliteit	
<60% maïs in het rantsoen en hoog productieve veestapel (12.000kg melk)	Voederwaarde, zetmeelgehalte, celwandverteerbaarheid, ds-gehalte
<60% maïs in het rantsoen en gemiddeld productieve veestapel (8.000kg melk)	Voederwaarde, zetmeelgehalte
>60% maïs in het rantsoen en hoog productieve veestapel (12.000kg melk)	Voederwaarde, zetmeelgehalte, celwandverteerbaarheid
>60% maïs in het rantsoen en gemiddeld productieve veestapel (8.000kg melk)	Voederwaarde, celwandverteerbaarheid, zetmeelgehalte

Teeltrisico's

Teeltrisico's zijn uit te sluiten door op perceelsniveau het juiste ras te kiezen. Omstandigheden die de teeltrisico's bepalen zijn de lengte van het groeiseizoen, de onkruiddruk, de kans op droogte, gebrek aan stevigheid en ziekten.

Afhankelijk van de lengte van het groeiseizoen kiest men voor een meer of minder vroeg ras. Bij een kort groeiseizoen, zoals in Noord- en West-Nederland, bij late zaai, vroege oogst, kleigrond, natte zandgrond kiest men dus voor zeer vroege rassen. Is de onkruiddruk hoog, kies dan een ras met een zeer vlotte grondbedekking. Is er kans op legering door gebrek aan stevigheid, zoals op klei- en natte zandgronden, kies dan voor stevige en eventueel korte rassen.

Op droogtegevoelige gronden kiest men voor rassen waarbij de bloei al plaatsvindt voordat het droog wordt. Na een droge periode is er grotere kans op een stengelrot- en builenbrandaantasting, dus dient men hier extra rekening mee te houden. Droogte kan ten koste gaan van de kolfontwikkeling en dus van het zetmeelgehalte. Rassen met een goede celwandverteerbaarheid hebben al een goede basis voederwaarde en zijn dan minder afhankelijk van het zetmeelgehalte.

De eigen ervaring van de teler speelt natuurlijk ook een belangrijke rol. Gebruikt een teler naar tevredenheid op kleigrond al jaren zonder problemen rassen met een minder goede stevigheid, dan is het daar waarschijnlijk niet echt noodzakelijk een ras met een zeer goede stevigheid te kiezen, hoewel deze rassen wel meer risico met zich meebrengen.

Als er de laatste jaren een zware Helminthosporiumaantasting in de maïs op een perceel voorkwam, dan moet er zeker gekozen worden voor een ras met een resistentiecijfer van 7 of hoger. Kwam er de laatste jaren vrijwel geen Helminthosporium voor dan kan ook voor een meer gevoelig ras gekozen worden.

Gebruiksdoel

Teelt men maïs voor eigen gebruik en is de opbrengst belangrijk, kies dan in eerste instantie op basis van drogestofopbrengst en vervolgens op VEM-opbrengst. Kiest men meer voor kwaliteit, dan zijn voederwaarde, vroegheid van bloei (tijdige kolfontwikkeling) en VEM-opbrengst belangrijke eigenschappen.

In specifieke gevallen kan men kiezen voor meerdere kuilen of verbouw op twee verschillende percelen, die toch tegelijk ingekuild worden. Kies dan rassen die verschillen in vroegheid (drogestofgehalte en vroegheid van bloei). Wil men de mogelijkheid voor een uitgestelde oogst houden, zorg dan dat het geteelde ras een goede Helminthosporiumresistentie en een voldoende stengelrotresistentie heeft.

Bij de verkoop van maïs op stam kijkt men veelal naar de massa die er op het veld staat. Dit is meer van vroeger zo gegroeid, maar een zeer onnauwkeurige methode om de opbrengst te schatten. Plantlengte wordt ook nogal eens gebruikt als oneigenlijk verkoopargument. Veel beter is de gekochte maïs te wegen, de voederwaarde hiervan te bepalen en op basis hiervan een prijs af te spreken. Bij maïs draait het om de kwaliteit en veel minder om de opbrengst. Verder is het bij de verkoop op stam natuurlijk van belang dat er geen Helminthosporium voorkomt, daarom is een zeer goede resistentie hier zeer belangrijk.

Benutting kwaliteit

De voederwaarde op gewasniveau, als getal alleen, is onvoldoende om de voederwaarde op dierniveau aan te geven. Niet alleen de hoogte, maar ook de opbouw van de voederwaarde heeft invloed op de opname en de benutting door het dier.

Voor een hoge melkproductie is een goede energievoorziening onontbeerlijk. Voor de hoogste melkproductie moet men rassen kiezen met de hoogste energieinhoud (VEM/kg ds). Deze energie wordt bij maïs vooral geleverd door zetmeel, maar ook door de verteerbare celwanden. Er is geen bovengrens aan het aandeel verteerbare celwanden in het rantsoen. Voor nieuwmelkte koeien geldt dat er ook geen bovengrens is voor de hoeveelheid zetmeel in het rantsoen. Echter, koeien in

de tweede helft van de lactatie lopen een risico op vervetting bij een een zetmeelrijk rantsoen. (zie hoofdstuk 12). Wanneer melkkoeien in productiegroepen kunnen worden gehouden of het aandeel snijmaïs beperkt is tot ca. 40% van het ruwvoer kan zonder bezwaar worden gekozen voor snijmaïsrassen met een hoog zetmeelgehalte. Bedrijven die geen productiegroepen willen of kunnen maken en meer dan 60% maïs in het rantsoen hebben zouden kunnen overwegen snijmaïsrassen met een hoge celwandverteerbaarheid en een relatief laag zetmeelgehalte te telen.



Het gaat uiteindelijk om benutting

Teeltdoel

In de praktijk is men nog wel eens op zoek naar “dubbeldoel-rassen”. Dit zijn rassen waarbij men pas bij de oogst besluit of men ze afzet als snijmaïs, maïskolvensilage, corn cob mix of korrelmaïs. Deze rassen moet men echter per teeltdoel bij een verschillende standdichtheid telen. Dubbeldoelgewassen geven nooit een optimaal resultaat voor alle gebruiksdoeleinden. In verband met rassenkeuze en teeltwijze moet dan ook reeds vóór uitzaai het teeltdoel vaststaan. Wanneer dit niet vaststaat, richt dan de teelt op korrelmaïs, dit geeft de minst negatieve effecten. De resultaten van korrelmaïs en corn cob mix zijn te vinden op de aan het begin van de paragraaf genoemde websites van het PPO en Productschap Akkerbouw (PA)

Rassenmengsels

Bij de handel leeft af en toe het idee maïsrassenmengsels op de markt te brengen. Dit is het spreiden van risico's. De keuze aan maïsrassen is echter zo divers, dat voor elke specifieke situatie een optimaal maïsras is. Bij maïs is er geen enkele noodzaak rassenmengsels uit te zaaien. Voor de handel geeft het wel de mogelijkheid om minder geschikte rassen aan de man te brengen.

7	Zaaien	
7.1	Zaadkwaliteit	90
7.2	Zaadbehandeling	91
7.3	Zaaitijd	92
7.4	Zaaidiepte	92
7.5	Standdichtheid en zaaizaadhoeveelheid	93
7.6	Zaaimethoden	94

7 Zaaien

De zaadkwaliteit, zaaimethode en het zaaitijdstip zijn van belang voor een goede opkomst en beginontwikkeling van de maïs. In dit hoofdstuk komen eerst de zaadkwaliteit en de bescherming van het zaad door het te behandelen aan de orde. Daarna behandelen we de zaaitijd en zaaidiepte. Tot slot schenken we aandacht aan de standdichtheid, zaaizaadhoeveelheid en zaaimethoden.

7.1 Zaadkwaliteit

Voor een optimale opbrengst van het gewas is het van belang dat er voldoende planten staan. Een zo hoog mogelijke veldopkomst is hierbij belangrijk. De veldopkomst wordt bepaald door de kiemkracht van het zaad en de omstandigheden in het veld tijdens de kieming. Het Nederlands Algemeen Keuringsstation (NAK) bepaalt in het laboratorium onder ideale omstandigheden de kiemkracht. Deze moet voldoen aan de eis dat uit minimaal 90% van de zaden een normale kiemplant groeit. Op basis van de kiemkracht wordt het zaad voorzien van een certificaat. Alleen gecertificeerd zaad mag in de handel.

De veldopkomst is niet alleen afhankelijk van de kiemkracht. Dit komt doordat de kiemingsomstandigheden in het veld vaak veel ongunstiger zijn dan in het laboratorium. Maïs krijgt tijdens de kieming nogal eens te maken met lage temperaturen, waardoor de veldopkomst sterk kan afwijken door inwerking van kiemschimmels. Daarom adviseren we om bij vroeg zaaien meer zaden per ha te gebruiken dan bij later zaaien (zie paragraaf 7.5).



Begin met goed zaad

Goedkoop kan duurkoop zijn

In de praktijk wordt nog wel eens gekozen voor goedkoop zaaizaad. Dit brengt echter risico's met zich mee voor de kwaliteit. Vaak is het zaad van B-rassen, van rassen die net van de rassenlijst zijn afgevoerd of van rassen die op een buitenlandse rassenlijst staan. Het komt voor dat dit wat ouder zaad is of overjarig en gemengd met nieuw zaad om toch een redelijke kwaliteit te krijgen. Onder ongunstige omstandigheden kan dit behoorlijke opkomstproblemen geven.

7.2 Zaadbehandeling

Om de kiemplant te beschermen tegen ziekten en plagen wordt het zaaizaad in het algemeen ontsmet aan de teler geleverd. Bodemschimmels, meestal Pythiumsoorten, zijn een belangrijke groep belagers. Deze veroorzaken een bruinachtige verkleuring van de wortels. Aantasting treedt met name op bij lage temperaturen wanneer de kieming traag verloopt. Het gevolg is een onregelmatige opkomst en een trage groei. Bestrijding vindt plaats door zaadontsmetting, meestal met middelen op basis van thiram.

Naast bodemschimmels kunnen ook vogels behoorlijke schade aanrichten. Deze kunnen zowel zaden als jonge planten meepikken. Meestal is het zaaizaad behandeld met methiocarb (Mesurol), wat bescherming geeft tegen vogelvraat. Zaaizaadontsmetting met methiocarb geeft ook bescherming tegen de larve van de fritvlieg. Zaaizaad mag in Nederland zelf niet meer behandeld worden met methiocarb (Mesurol). Vooraf in het buitenland behandeld zaad mag men echter wel vervoeren en zaaien.

Wanneer de maïs op gescheurd grasland wordt gezaaid, kan schade optreden door ritnaalden. De schade kan optreden tot 3 jaar na scheuren, maar met name in het tweede jaar na scheuren is het risico het grootst. Door het zaad te behandelen met een middel op basis van imidacloprid (Gaucho) kan schade door ritnaalden worden voorkomen.

Voor een beschrijving van de aantastingsverschijnselen van de larven van de fritvlieg en ritnaalden wordt verwezen naar hoofdstuk 9.

Vogelvraat beperken bij onbehandeld zaad

Op dit moment zijn er nog geen goede alternatieven voor methiocarb (Mesurol) als behandelingen van zaaizaad tegen vogelvraat. Dit levert met name bij de biologische teelt problemen op omdat daar zaadbehandeling met chemische middelen niet is toegestaan. Vogelvrete kan men beperken door voldoende diep te zaaien (5-6 cm) in een fijn zaaibed en door tijdens het zaaien geen zaad te morsen. Daarnaast zijn er methoden om de vogels te verjagen, zoals vlaggen, nep-roofvogels, gaskanonnen, (bewegende) poppen, angstkreten. Als gevolg van gewenning werken alle methoden maar enkele dagen. Het beste effect wordt bereikt wanneer de methoden om de 3 á 4 dagen worden afgewisseld (matrix methode).

7.3 Zaaitijd

De zaaitijd van maïs wordt in belangrijke mate bepaald door de bodemtemperatuur. Deze dient minimaal 8-10 °C te zijn. Onder Nederlandse omstandigheden wordt deze bodemtemperatuur afhankelijk van grondsoort en regio tussen 20 april en 1 mei bereikt. Bij vroeger zaaien neemt het risico toe van meer plantuitval door te lage bodemtemperaturen. Bovendien is er dan nog kans op nachtvorstschade. Ook grondsoort en perceelskeuze spelen een rol. Zwaardere gronden en lagere percelen warmen minder snel op in het voorjaar. Op deze gronden wordt de maïs meestal de eerste helft van mei gezaaid. Ook door onvoorziene omstandigheden als nat weer kan men de zaai moeten uitstellen. Laat zaaien (na 10 mei) biedt met name voor de biologische teelt voordelen. Door de snelle kieming en ontwikkeling van de kiemplanten is de kans op aantasting door bodemschimmels kleiner. Daarnaast heeft de maïs door de snelle ontwikkeling een betere concurrentiepositie ten opzichte van het onkruid. Dit vereenvoudigt de mechanische onkruidbestrijding.

Zeer laat zaaien (na 15 mei) heeft gevolgen voor zowel de opbrengst als de kwaliteit. Een later zaaitijdstip leidt in het algemeen tot iets lagere opbrengsten, een lager drogestofgehalte, een lager zetmeelgehalte (kolfaandeel), en de gewassen zijn vaak langer en slapper. Daarnaast is het oogsttijdstip van laat gezaaide maïs later waardoor de kans dat er onder ongunstige weers- en bodemomstandigheden moet worden geoogst groter is.

Huidige rassen kunnen wat later gezaaid worden

Een vuistregel vanuit oud onderzoek is dat elke dag later zaaien na 1 mei 80 tot 100 kg droge stof per ha minder opbrengst geeft. Deze regel lijkt voor het huidige rassenassortiment niet meer te gelden. Uit onderzoek van het PPO naar het effect van vals zaaiend bleek later zaaien tot 10-15 mei nauwelijks effect op de opbrengst te hebben. Op praktijkcentrum Cranendonck werd gedurende 3 jaar het voorjaarsgebruik van vanggewassen onderzocht. Half mei zaaien in combinatie met voorafgaand oogsten van een vanggewas en wat later oogsten gaf zelfs de hoogste maïsopbrengst. Het lijkt erop dat de langere groeiperiode aan het eind van het seizoen meer opleverde dan een langere periode aan het begin. Wel was de voederwaarde lager met name door een lager zetmeelgehalte (kolfaandeel).

7.4 Zaaidiepte

Het zaad dient men op de grens van losse en vaste grond te leggen. De optimale zaaidiepte van maïs bedraagt 4 tot 5 cm. Bij een droog zaaiend en bij een mechanische onkruidbestrijding moet iets dieper gezaaid worden (5 tot 6 cm). Dieper zaaien dan volgens dit advies leidt tot een trage opkomst, meer plantuitval en een lagere opbrengst en kwaliteit. Bij te ondiep zaaien kan de vochtvoorziening in het geding komen. Daarnaast kan de verankering in de grond te wensen overlaten en is de kans op vogelvraat groter.

Van belang is verder dat het zaad regelmatig op een bepaalde diepte wordt neergelegd. Bij zaaien in te losse grond of wanneer de grond niet regelmatig is aangedrukt, lukt dit niet. Dit heeft een onregelmatige opkomst tot gevolg.

7.5 Standdichtheid en zaaizaadhoeveelheid

Plantgetal

De standdichtheid is van invloed op de voederwaarde. De optimale economische standdichtheid wordt bepaald door het ras en groeiomstandigheden (zie tabel 7.1). De optimale standdichtheid van bladarme rassen is hoger dan van bladrijke rassen. Op gronden met gemiddeld ongunstige groeiomstandigheden (droogtegevoelige gronden en late, natte gronden) ligt de optimale standdichtheid wat lager dan op gronden met gunstige groeiomstandigheden.

Tabel 7.1 Gewenste standdichtheid (aantal planten per ha)

Rastype	Groeiomstandigheden	
	Gemiddeld tot gunstig	Ongunstig
Bladarm	110.000	100.000
Normaal	100.000	90.000
Bladrijk	90.000	80.000

Zaaizaadhoeveelheid

Om het gewenste aantal planten te realiseren moet men meer zaden zaaien, omdat de veldopkomst nooit 100% is en afhangt van de kiemingsomstandigheden. De hoogte van deze toeslag hangt vooral af van de zaaitijd. Onder gemiddelde omstandigheden wordt geadviseerd om bij zaaien voor 30 april 10-15% extra zaad te gebruiken. Bij zaai na 1 mei kan men volstaan met een toeslag 0 - 5%. In tabel 7.2 zijn de gewenste standdichtheid en het zaaitijdstip gecombineerd tot een zaaitabel.

Tabel 7.2 Zaaitabel voor snijmaïs

Gewenste standdichtheid (Aantal planten per ha)	Zaaitijdstip	Aantal zaden per ha	Zaadafstand (cm) bij 75 cm rijafstand
80.000	Voor 1 mei	92.000	14,5
	Na 1 mei	84.000	15,9
90.000	Voor 1 mei	104.000	12,8
	Na 1 mei	95.000	14,0
100.000	Voor 1 mei	115.000	11,6
	Na 1 mei	105.000	12,7
110.000	Voor 1 mei	127.000	10,6
	Na 1 mei	116.000	11,5

Bij- en overzaaien

Bij forse plantuitval door bijvoorbeeld vraat of nachtvorst moet de keuze gemaakt worden tussen al of niet bij- of overzaaien. De standdichtheid waarbij de voordelen van bijzaaien (tot aan de gewenste dichtheid) opwegen tegen de zaaizaad- en loonwerkkosten bedraagt gemiddeld 45.000 planten/ha, maar varieert afhankelijk van weersomstandigheden en prijsverhoudingen van 30.000 tot 60.000 planten/ha. Bij prijspijs volgens KWIN 2009-2010 (zie hoofdstuk 13) is bijzaaien rendabel beneden 55.000 planten per ha. Beneden de 20.000 planten/ha is overzaaien te verkiezen boven bijzaaien. In geval van bijzaaien of overzaaien verdient het de voorkeur dit zo vroeg mogelijk te doen en met een zeer vroeg ras. Een dergelijk ras kan een groter deel van de opgelopen achterstand in ontwikkeling inlopen. We adviseren in geval van bijzaaien circa 10 cm naast de oude rijen te zaaien. Een nieuw zaai-bed maken is niet nodig. Bespuitingen hoeven niet te worden herhaald.

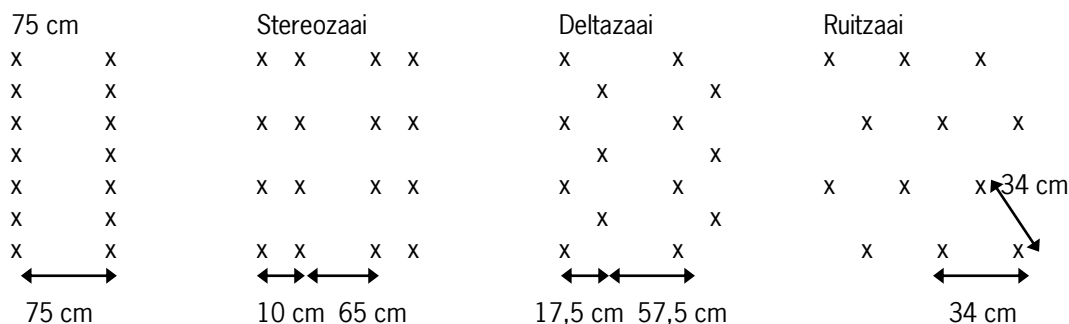


Kies de juiste zaaidichtheid

7.6 Zaaimethoden

Men kan maïs het beste zaaien met een precisiezaaimachine. Deze brengt zaden op de juiste diepte en afstand in de grond. In de praktijk worden hoofdzakelijk pneumatische zaaimachines gebruikt. Deze werken met een verticaal geplaatste zaaischijf met openingen die door de zaadvoorraad loopt. Door onderdruk worden de zaden in de openingen gezogen. Wanneer de onderdruk wegvalt, vallen de zaden in de reeds gemaakte zaaivoer en worden gelijk toegedekt en licht aangedrukt.

Maïs zaait men in het algemeen op een rijafstand van 75 cm. De opkomst van rijonafhankelijke oogstmethoden geeft meer mogelijkheden voor andere zaaiverbanden, zoals zaaien op nauwere rijafstand (50 of 37,5 cm), stereozaai en deltazaai (zie figuur 7.1). De invloed op de opbrengst van deze zaaiverbanden is echter beperkt tot maximaal 1 á 2%. Over het algemeen treedt alleen een voorsprong in de ontwikkeling op tijdens de jeugdfase. Nadeel van vernauwing van de rijafstand is dat de mogelijkheden van mechanische onkruidbestrijding afnemen omdat de ruimte voor een bewerking tussen de rijen kleiner wordt. Met een rijenspuiter is de besparing op chemische middelen geringer dan bij een rijafstand van 75 cm. Een andere rijafstand kan een voordeel zijn wanneer men machines gebruikt voor de teelt van meerdere gewassen met dezelfde rijafstand.

Figuur 7.1 Rangschikking planten bij verschillende zaaitechnieken

Andere zaaimethoden/systemen

Ruitzaai

Een nieuwe ontwikkeling is het zaaien in driehoeksverband, ook wel ruitzaai genoemd (zie figuur 7.1). Bij dit systeem wordt de maïs zodanig gezaaid dat de afstand tussen aangrenzende planten overal gelijk is. Duits onderzoek gaf een positief effect op de opbrengst te zien.

Breedwerpig zaaien

Op enkele plaatsen is ervaring opgedaan met het breedwerpig zaaien van maïs. Meestal gebeurt dit in één werkgang met spitten. Achterliggende gedachten zijn lagere teeltkosten en een gunstigere plantverdeling. Onder gunstige omstandigheden kan deze methode vergelijkbare opbrengsten geven met de traditionele methode. Echter door de wisselende zaaidiepte is met name onder ongunstige omstandigheden de opkomst onregelmatiger dan bij de traditionele methode. Bij deze methode is de plantverdeling gemiddeld niet beter, omdat de afstand tussen de planten erg wisselend is.

Zaaien in groenbemester of gras(klaver)zode

In de loop der jaren heeft men ook geprobeerd maïs in een groenbemester of gras(klaver)zode zonder grondbewerking te zaaien. De methode wordt toegepast om verschillende redenen: beperken van erosie, behoud van draagkracht, minder inzet van chemische onkruidbestrijdingsmiddelen en kostenbesparing door minder werkgangen. Globaal onderscheiden we twee methodes. Men maakt met kouters een snede in de zode waar het zaad vervolgens wordt ingelegd of men freest eerst een smalle strook. Zie voor meer informatie over deze methoden paragraaf 3.

Maïs onder folie

Door maïs onder folie te zaaien kan enerzijds eerder worden gezaaid omdat de bodem onder de folie door de kaswerking meer wordt opgewarmd dan de bodem zonder folie. Anderzijds is door de hogere temperatuur onder de folie ook de beginontwikkeling van de maïs sneller. Sinds 2009 worden er in de praktijk in Noord Nederland ervaringen opgedaan met het zaaien van maïs onder folie. Eind jaren tachtig is er ook al onderzoek gedaan naar maïs zaaien onder folie. Maïs onder folie zaaien heeft een duidelijk effect op het moment waarop het optimale oogststadium is bereikt. Door maïs onder folie te zaaien kan het 1 tot 2 weken eerder geoogst worden. Daarnaast heeft het soms een positief effect op de opbrengst en op het zetmeelgehalte, met name in noord Nederland. Daar staan echter hoge extra kosten van € 225,- tot € 300,- per ha

tegenover. Onder specifieke omstandigheden op koudere gronden met name in het noorden van Nederland kan deze teeltmethode mogelijk interessant zijn. Voor de zuidelijke en oostelijke zandgronden waar maïs relatief gemakkelijk kan worden geteeld wordt ingeschat dat de voordelen te klein zijn om op te kunnen wegen tegen de extra kosten.

Zaaïen op ruggen

In onder andere Amerika past men dit toe om op berghellingen erosie tegen te gaan en om te kunnen irrigeren. Achterliggende gedachte voor Nederland is om onder natte omstandigheden langer te kunnen oogsten door over de ruggen te rijden. Daarnaast zou het de mineralenbenutting kunnen verbeteren doordat de vruchtbare grond naar de maïs wordt gebracht. Er zijn met dit systeem op beperkte schaal ervaringen opgedaan. Onderzoeksgegevens uit Denemarken laten erg wisselende resultaten zien. In 2009 is er door Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) samen met Wageningen UR Livestock research onderzoek gestart met verschillende grondbewerkingsmethoden, waaronder ruggenteelt, op kleigrond.



Maïs gezaaid onder folie ontwikkelt zich sneller

8	Onkruidbestrijding	
8.1	Preventie	99
8.2	Grondbewerking en onkruidontwikkeling.....	99
8.3	Bestrijdingsmethoden	100
8.3.1	Mechanische bestrijding	101
8.3.2	Chemische bestrijding	107
8.3.3	Wortelonkruiden	110
8.3.4	Aanpassing en verspreiding onkruidsoorten	110
8.3.5	Keuze middel en dosering	112
8.3.6	Keuze dootype	113
8.3.7	Duurwerking of contactwerking	114
8.3.8	Herbiciden en grasonderzaai	114

8 Onkruidbestrijding

Maïs heeft een vrij trage beginontwikkeling. De perioden tussen zaaien en een volledige grondbedekking is gemiddeld 8 weken. Onkruiden vormen dan een bedreiging voor het gewas door concurrentie om vocht en licht. Het is belangrijk onkruid te bestrijden voordat het de groei van de maïs kan belemmeren. Als de maïs het veld volledig heeft bedekt krijgen onkruiden geen kans meer. De snelheid van de ontwikkeling hangt sterk samen met de temperatuur en het ras. Bij later zaaien is de gemiddelde temperatuur hoger en is de periode tussen zaaien en volledige bodembedekking korter.

Rassen met een hoog cijfer voor beginontwikkeling bereiken, afhankelijk van perceel en weersomstandigheden, 2 tot 3 weken eerder een volledige bedekking dan rassen met een laag cijfer.

8.1 Preventie

Onkruidbestrijding hoeft in maïs geen probleem te zijn omdat er zowel mechanisch als chemisch veel methoden en middelen beschikbaar zijn. Het is echter wel zaak tijdig de juiste methode of het meest geschikte middel in te zetten. In de praktijk levert dit nog wel eens problemen op omdat maïs vaak in loonwerk wordt geteeld en men de percelen niet regelmatig controleert.

Op het grootste deel van het areaal wordt maïs jaar op jaar geteeld. Jaarlijks worden dan dezelfde herbiciden gespoten. Onkruiden die ongevoelig zijn voor de toegepaste middelen vermeerderen zich bij deze eenzijdige aanpak. Op den duur kunnen populaties onkruiden ontstaan die resistent zijn voor bepaalde herbiciden. Het afwisselen van bestrijdingsmethoden is belangrijk. Dit betekent dat, bij continueteelt, gecombineerd toepassen van chemische en mechanische methoden en het afwisselen van herbiciden belangrijk zijn om ook op de lange termijn onkruiden effectief te bestrijden tegen redelijk lage kosten. Als maïs in vruchtwisseling wordt verbouwd, is de kans op uitbreiding van probleemonkruiden kleiner.

Ook preventieve maatregelen kunnen bijdragen aan de onkruidsituatie op het perceel. Een kerende grondbewerking (ploegen) verlaagt de onkruiddruk. Een oppervlakkige grondbewerking 1 tot 2 weken voor zaaien (vals zaaibed) kan de eerste kiemende onkruiden bestrijden en daarmee de onkruiddruk verlagen. Het bestrijden van wortelonkruiden als haagwinde en kweek na de oogst door mechanische bewerkingen of een chemische bespuiting helpen bij het in de hand houden van de onkruiden in het volgende voorjaar.

8.2 Grondbewerking en onkruidontwikkeling

De invloed van de hoofdgrondbewerking wordt soms onderschat. Een kerende grondbewerking "begraaft" resten van gewas en onkruid. Onkruiden die zaad hebben gevormd, worden diep weggestopt en kiemen daar niet. Het eerste jaar verliezen veel van deze zaden hun kiemkracht. In de regel gaat de kiemkracht van klein zaad sneller achteruit dan dat van grof zaad. Oliehoudende zaden blijven zeer lang, tientallen jaren, kiemkrachtig.

Een hoofdgrondbewerking met cultivator, spittrees of spitmachine werkt gewas en onkruidresten veel minder in de grond met als gevolg dat er in het voorjaar meer onkruid kiemt.

Zandgronden ploegt men in de regel kort voor het zaaien. Met het ploegen wordt de grond met een vorenpakker weer aangedrukt en ligt de grond zaaiklaar.

Met het ploegen brengt men ook zaden die in de ondergrond lagen naar de toplaag. Hier worden ze geprikkeld door temperatuurschommelingen, bemesting en licht en gaan kiemen.

Op kleigrond ploegt men in de regel in het najaar en maakt men kort voor het zaaien een zaaibed vaak met een aangedreven eg. Hierdoor worden onkruiden die al zijn gekiemd bestreden. Soorten als klein kruiskruid, muur en straatgras kiemen het hele jaar, andere soorten kiemen vooral in het voorjaar, bijvoorbeeld melganzervoet. Hanepoot en zwarte nachtschade kiemen enkele weken later. Een vals zaaibed, een extra bewerking van de toplaag tot een diepte van circa 2 cm tussen ploegen en zaaien, verstoort de vroeg kiemende soorten. Het zaaien één of enkele weken uitstellen om een extra grondbewerking uit te voeren, wordt in de biologische teelt van maïs toegepast om onkruidbestrijding makkelijker te maken. Daarnaast is dan de beginontwikkeling van de maïs sneller omdat dan gemiddeld de temperatuur hoger is.



Onkruidbestrijding begint al met de grondbewerking

8.3 Bestrijdingsmethoden

Voor de onkruidbestrijding in de teelt wordt een combinatie van mechanische en chemische bestrijding toegepast. In de praktijk voert men één mechanische bestrijding uit. Dit kan zijn eggen tussen zaai en opkomst of schoffelen, soms met aanaarden als de maïs ongeveer vier bladeren heeft. Door deze bewerkingen wordt de periode dat onkruiden chemisch moeten worden bestreden verkort. Daardoor kan met lagere doseringen volstaan en kunnen bodemherbiciden die lang in de bodem achterblijven achterwege blijven of met een lagere dosering worden gespoten. Tot 2005 was toepassing van mechanische bestrijding en toepassing van lage doseringen vereist om aanspraak te maken op de volledige maïspremie. Deze cross-compliance regeling (minder middel in ruil voor subsidie) is in 2005 vervallen. Bij de invoering van deze regeling daalde het herbicidegebruik in de maïssteelt drastisch. Door het afschaffen van de cross-compliance regeling is het niet meer verplicht om een mechanische bestrijding toe te passen. De gewasbeschermingsfirma's gaan bij de advisering er nu eerder vanuit dat deze mechanische

bestrijding niet meer wordt toegepast, waardoor de adviezen zijn verhoogd. Terwijl het op een juiste manier toepassen van een mechanische bestrijding (juiste moment en afstelling) een aanzienlijke besparing van het herbicidegebruik kan bewerkstelligen. Ook vergroten hogere doseringen herbiciden de kans op groeiremming. Onderzoek in de jaren negentig wees uit dat schade door herbiciden kan leiden tot 10% lagere opbrengsten.

Regelmatig worden overschrijdingen van het Maximum toelaatbaar Risiconiveau (MTR) - oppervlaktewater en/of de drinkwaternorm van de maïsherbiciden zoals bentazon (o.a. Basagran), dimethanamide-P (Frontier Optima) en terbutylazin (Agrichem terbutylazin F.W., Laddok N en Lido SC) geconstateerd. Bentazon of dimethanamide-P worden ook in gewassen met een kleiner areaal dan maïs (o.a. suikerbieten, erwten, bonen en diverse kleine sierteelten) gebruikt. Doordat deze stoffen milieuproblemen veroorzaken komt toelating in deze kleinere gewassen onder druk te staan. Het is zowel in het belang van de akkerbouw- als de veehouderijsector (maïs wordt m.n. geteeld op veehouderijbedrijven) om tot een meer milieukritische onkruidbeheersing in de maïs te komen. De onkruidbestrijding wordt op veehouderijbedrijven voornamelijk in loonwerk uitgevoerd. De middelenkeuze en uitvoering van de onkruidbestrijding ligt meestal volledig bij de loonwerker. Eind 2005 is binnen het project Telen met Toekomst een loonwerkgroep gestart. Binnen deze groep werd samen met onderzoekers gezocht naar mogelijke oplossingsrichtingen voor een meer kritisch gebruik van herbiciden en worden mogelijke oplossingsrichtingen bekeken op (economische) haalbaarheid. Vanaf 2008 wordt met diverse partijen (handel, waterschap, standsorganisaties) samengewerkt in een tweetal pilotgebieden in Oost-Brabant.

8.3.1 Mechanische bestrijding

De hoofdgrondbewerking en de zaaibedbereiding zorgen ervoor dat er bij het zaaien geen onkruiden op het perceel staan. Met het klaarmaken van het zaaibed wordt echter ook een kiembed voor onkruiden gemaakt. Bij sterk veronkruidde percelen kan men het zaaien uitstellen tot de eerste onkruiden kiemen. Deze kan men dan eenvoudig met een egbewerking bestrijden. Een nadeel van het maken van een "vals zaaibed" is dat er later wordt gezaaid.

Bij het zaaien moet men al rekening houden met mechanische onkruidbestrijding.

- Het zaaibed moet vlak liggen en goed bezakt zijn zodat geen diepe sporen ontstaan.
- Het zaad moet gelijkmatig op een diepte van 5-6 cm liggen.
- De rijenafstand moet overal gelijk zijn voor mechanische onkruidbestrijding tussen en in de gewasrijen.

Voor mechanische onkruidbestrijding kunnen onderstaande werktuigen worden ingezet:

Onkruidbestrijding tussen de rijen

- eg
- vaste schoffel
- trilschoffel
- rijenfrees
- rolschoffel

Onkruidbestrijding in de rij

- eg
- aanaarders
- vingerwieder
- torsiewieder
- acrobatwieder

Om problemen bij aansluitrijen te voorkomen moeten de werkbreedte van zaaimachine en werktuigbalk even groot zijn. Om schoffelapparatuur nauwkeurig tussen de rijen door te laten lopen, kunnen stuursystemen worden toegepast. Bekende systemen zijn de gewasgeleide schoffel en de cameragestuurde schoffel.

Er is een ontwikkeling tractoren met DGPS-ontvangers en een automatische stuurinrichting uit te rusten. Hiermee kan men nauwkeurig kaarsrechte parallelle banen zaaien en is ook de afstand tussen aansluitrijen overal gelijk. Ook kan met RTK-GPS de schoffel preciezer bestuurd worden, waardoor op arbeidsvriendelijke manier snel en scherp op de rij geschoffeld kan worden.

Wiedapparatuur en stuursystemen worden steeds verbeterd. Camerageleide stuursystemen worden met geavanceerde beeldherkenningsoftware gecombineerd. Hierdoor kunnen gewas en onkruidplanten steeds beter worden onderscheiden.

Machines voor mechanische onkruidbestrijding:



Eggen na opkomst van de maïs



Frontschoffel met vaste schoffels



Vingerwieder



Tritandschoffel plus vingerwieders



Frontschoffel plus torsiewieder



Wiedacrobot



Gewasgeleideschoffel

Onkruidbestrijding tussen zaai en opkomst

De periode tussen zaaien en opkomst is afhankelijk van de bodemtemperatuur 1 tot 3 weken. Bij temperaturen onder 12 °C kan het nog langer duren.

Kiemende onkruiden en kiemplanten kan men in deze periode met volvelds eggen bestrijden. De egdiepte moet kleiner zijn dan de zaaidiepte. Als de tanden van de eg het kiemende zaad raken, worden planten uit de grond getrokken. De rijsnelheid kan hoog zijn (12 km/uur) en de werkbreedte van de eg is niet gelimiteerd door de zaai breedte. Met een brede eg, 18 meter, en hoge snelheid kan men een hoge capaciteit halen. Op grote percelen kan 1 ha in minder dan 5 minuten worden geëgd. Zelfs in het “spijker-stadium” (het moment dat de kiemschede net boven de grond uitsteekt) is er bij vrij agressief eggen slechts een geringe kans op schade. Onder bepaalde omstandigheden zijn kiemen kwetsbaar. Vooral bij een plotselinge warme periode (>22 °C) na een periode met lage temperaturen (nachtvorst).

Door één of twee bewerkingen is het veld bij opkomst van de maïs onkruidvrij en zijn veel vroegkiemende onkruiden bestreden.

Onkruidbestrijding na opkomst

Vlak na opkomst zijn maïsplanten tot het 2-bladstadium zeer gevoelig voor beschadiging. Eggen kan in dit stadium beter niet plaatsvinden. Dit is niet mogelijk als onkruiden alleen mechanisch worden bestreden. Eggen in een jong gewas vereist grote zorgvuldigheid: lage snelheid, ondiep en de tanden verticaal.

Na het 2-bladstadium is de maïs weer bestand tegen bewerking met de wiedeg. Tot het 5-bladstadium kan enkele malen worden geëgd met een snelheid van 5 – 9 km/uur en een iets stekende afstelling van de egtanden.

Voor het beste effect moet men de afstelling en rijsnelheid aan grond en gewas aanpassen. Eggen bestrijdt alleen kleine onkruiden (kiemplanten). Op wortelonkruiden heeft eggen geen bestrijdend effect. Wordt eggen te lang uitgesteld en zijn onkruiden groter dan het kiemplantstadium, dan is schoffelen effectief.

Eggen na opkomst heeft een risico van gewasbeschadiging. Van jaar tot jaar verschilt de gevoeligheid. Bij warm en groeizaam weer zijn de planten weinig gevoelig en groeien bovendien snel door het gevoelige stadium heen.

Na het 6-bladstadium, gewashoogte 50 cm - 75 cm, is het meestal nodig om nog eenmaal te schoffelen om de resterende onkruiden op te ruimen. Onkruiden in de gewasrij kunnen door flink aanaarden worden bedekt.

Kleinere onkruiden in de rij kan men met een torsie- of vingerwieder aanpakken. Deze kunnen in het 2- tot 4-bladstadium van de maïs worden ingezet.

De breedte van schoffelen kan men vergroten met een stuursysteem dat de rijen nauwkeurig volgt. Er zijn gewasgeleiders en cameragestuurde systemen op de markt.

Volledig mechanische onkruidbestrijding van maïs vraagt gemiddeld vijf bewerkingen: driemaal eggen en tweemaal schoffelen waarvan tenminste eenmaal met aanaarden.

Naast starre schoffels kunnen triltandschoffels, strokencultivator of een strokenfrees worden ingezet. Het meest gangbare werktuig is de schoffel met aanaarders. Aanaarders kunnen na het 3-bladstadium van de maïs worden ingezet. Een strokenroleg is een minder bekend werktuig, maar levert een goed resultaat. Bij zware veronkruiding kan een strokenfrees uitkomst bieden.

Door Livestock Research Wageningen UR is in 2003 en 2004 aan de ontwikkeling van een roterende schoffel gewerkt. Voordeel hiervan is dat de werking van het schoffelen en aanaarden niet meer afhankelijk is van de rijsnelheid. Dit zorgt ook voor een goede schoffelwerking op kopakkers en bij het in- en uitzetten van de machine. In combinatie met een elektrohydraulisch stuursysteem kan met deze machine in een jong gewasstadium zeer nauwkeurig worden geschoffeld en aangeaard.

8.3.2 Chemische bestrijding

In tabel 8.1 is de gevoeligheid van onkruiden voor verschillende herbiciden weergegeven. Om het meest geschikte middel of combinatie van middelen te kiezen moet men weten welke onkruiden op het perceel voorkomen. Vooral het onderscheid tussen grasachtige onkruiden is moeilijk. Hanenpoot, glad vingergras, harig vingergras, groene naalbaar en krans naalbaar lijken vooral als kiemplant veel op elkaar. Maar ook kiemplanten van breedbladige onkruiden zijn moeilijk te onderscheiden. DLV heeft een CD-rom uitgegeven met de beschrijvingen en afbeeldingen van de meest voorkomende akkeronkruiden. Op de IRS-site (www.irs.nl, Betakwikmodule onkruidherkenning) vindt u ook informatie en plaatjes van breedbladige onkruiden. Gelukkig veranderen onkruidpopulaties op een perceel niet snel. De teler kan aan de hand van de gevoeligheidstabel vaststellen welke middelen hij moet inzetten.

Bij het gebruik van Titus (rimsulfuron) moet men rekening houden met verschillen in rasgevoeligheid voor dit middel. Bij gevoelige rassen veroorzaakt het middel groeiremming als de temperatuur tijdens of vlak na toepassing hoger is dan 18 °C. De schade neemt toe naarmate de temperatuur hoger is. Het herbicide nicosulfuron in de middelen Milagro en Samson ligt wat betreft werkingsmechanisme dicht bij Titus. De gevoeligheid van rassen is bij nicosulfuron kleiner dan bij rimsulfuron (Titus). Bij temperaturen onder 18 °C is de kans op schade bij gevoelige rassen gering. Bij gevoelige rassen kan een lagere dosering (30 gram in plaats van 40 gram Titus of 0,75 liter in plaats van 1 liter per hectare) worden gespoten. Minder gevoelige onkruiden worden bij een lagere dosering niet goed bestreden. Ook het middel Primus kent rasgevoeligheid.

In 2008 is het nieuwe middel Kart op de markt gekomen. Kart bevat twee actieve stoffen: fluroxypyr (o.a. werkzame stof in Starane) en florasulam (Primus). Het middel is sterk op o.a. kamille, knopkruid en veelknopigen en pakt ook andere éénjarige breedbladigen aan (o.a. muur, kleine brandnetel en ooievaarsbek). Kart kan in alle onkruidsystemen tussen 3-6-bladstadium van de maïs worden toegepast. Het middel werkt goed tegen haagwinde en kan ook enkelvoudig tegen deze onkruidsoort worden ingezet. Tegen haagwinde werkt Primus (florasulam), maar niet elk maisras kan Primus evengoed verdragen. (In Kart is hoeveelheid florasulam lager.)

In 2010 is Laudis (werkzame stof: tembotrione) op de markt gekomen. Het is een breedwerkend contactherbicide tegen zowel de meest voorkomende breedbladige en grasachtige onkruiden in maïs (uitgezonderd o.a.: ooievaarsbek, kweek, raaigras). De fabrikant kent de volgende eigenschappen toe aan het middel: betere hechting van de spuitoplossing op het blad, beter en snellere verspreiding en herverdeling op het blad, betere en snellere opname/penetratie in het blad en herverdeling in het onkruid. Deze eigenschappen zorgen voor een brede en werking en goede regenvastheid. Zowel Kart als Laudis zijn (nog) niet door Wageningen-UR getest in (praktijk)proeven.

Samenvattend in 2 tot 6-bladstadium, afhankelijk van de onkruidbezetting, de weersomstandigheden en het maisras, een mix van:

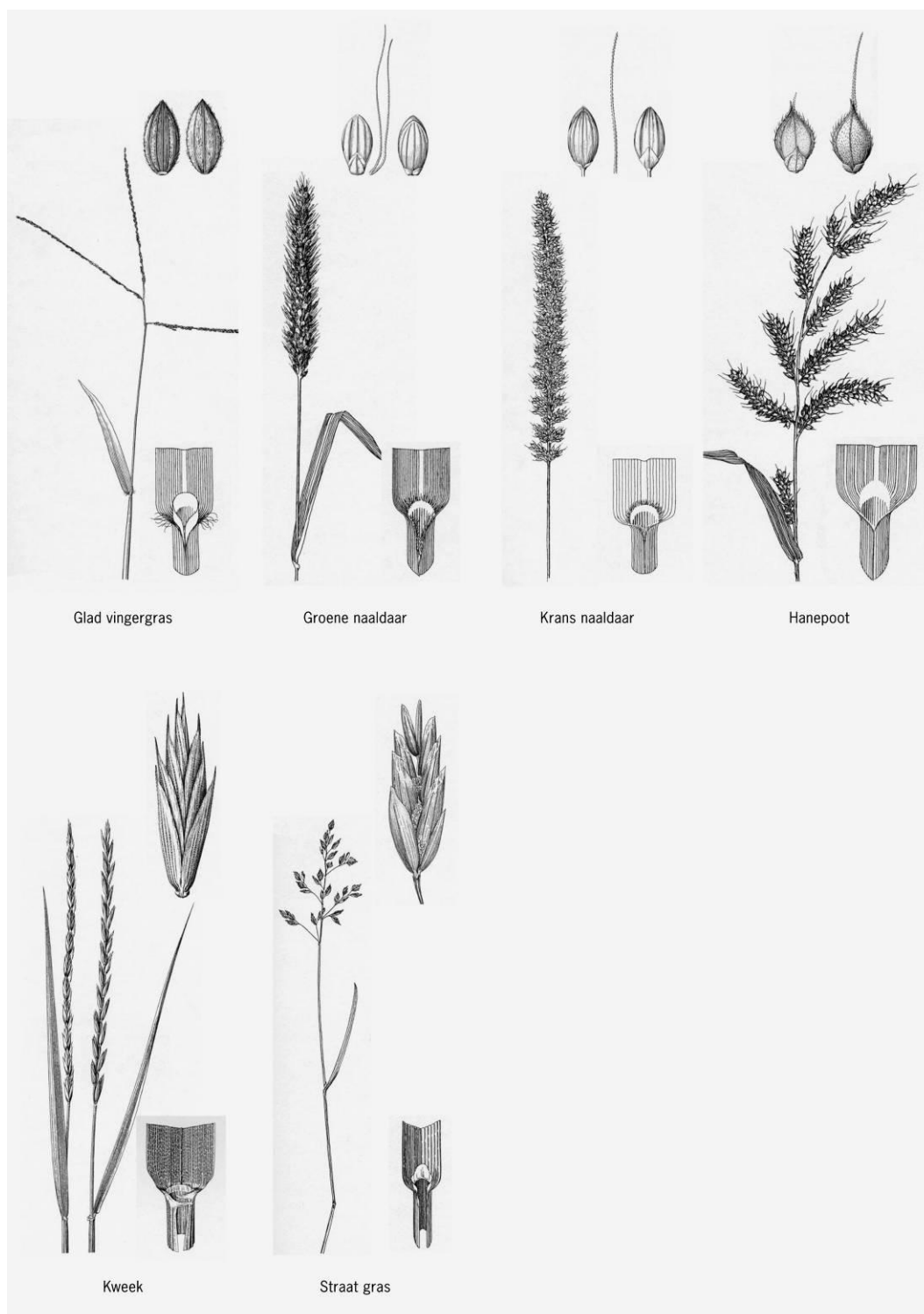
1. Tegen breedbladigen en aardappelopslag, keuze uit: Calaris, Callisto, Mikado, Laudis (of soms nog Laddok N, maar niet tegen aardappelopslag);
2. Aangevuld met, tegen grassen en extra werking op breedbladigen, keuze uit: Dual Gold, Frontier Optima, Gardo Gold;
3. Aangevuld met, extra werking tegen grassen en kweek, keuze uit: Samson/Milagro, MaisTer (pas op met te koud en te warm weer) of Clio (topramezone);
4. Aangevuld met, tegen haagwinde/veelknopigen/aardappel: Starane of Kart (of Primus maar rasgevoeligheid).

Tabel 8.1 Gevoeligheidstabel onkruiden voor herbiciden ¹⁾

	Merlin	Dual Gold	Gardo Gold	Frontier Optima	LaddokN + olie	Litarol/ Emblem	Biathlon	Callisto	Mikado	Calaris	Clio	MaisTer + olie	Milagro/ Samson	Titus + uitvl	Primus	Banvel	Starane
Aardappelopslag	-	-	+	-	+	-	++	+++	++(+)	+++	++	++	-	-	-	+	++
Akkerviooltje	+(+)	+	+++	-	+++	+	+	++	++	+++	+	+++	+	++	-	+	-
Ganzevoetachtigen	+++	++	+++	++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+	-	++	+
Gladvingergras	+++	+++	+++	+++	-	-	-	-	+	++	+++	+	+	-	-	-	-
Groene naaldaar	+++	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	++	+++	++	+	++	-	-	-
Haagwinde		+	-	-	-	-	++	+		+	-	-	-	++	+++	+++	+++
Hanepoot	+(+)	+++	+++	+++	+	-	-	++	++	++	+++	+++	+	+++	-	-	-
Hennepnetel				++	+++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	++	++
Herderstasje	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+
Kamille	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+++	++	+++	+++	++	-
Kleefkruid	+(+)	++	++	+++	+++	++	+++	++	++	+++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++
Kleine brandnetel		+	++		+	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++
Kweek		-	-	+++	-	-	-	-	-	-	(+)	+++	+++	+++	-	-	-
Melde soorten	+(+)	+	+(+)	+(+)	++	++	+++	++	++	+++	++	++	+	+	-	++	-
Muur	+++	++	+++	++	+++	+	+++	+++	+++	+++	++(+)	+++	+++	+++	+++	++	+++
Paarse dovenetel	+++	+	++	+++	++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-	+	+
Papegaaiokruid	++	+	++	++	+++	+	++	++	+	+++		+++	+++	+++		+	++
Perzikkruid	+++	+	++	+	+++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+++	+++	+++
Raaigrassen	(+)	+++	+	++	++	-	-	-	-	++	-	+++	++	+++	-	-	-
Straatgras	(+)	+++	++	++	+++	-	-	+	+	++	+	+++	+++	+++	-	-	-
Varkensgras	+(+)	+	+	+	++	++	++	++	+	++	+	++	+	-	+	++	++
Veenwortel	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+		-	-	+	++	+	+
Waterpeper					+++		++	++		+++		++		+		++	
Zachte ooievaarsbek	(+)	++	++		+		-	-		+++	-	+			++		-
Zwaluwtong	(+)	+	+(+)	+	++	+++	++	+	++	++	+	+	++	+	++	++	++
Zwarte nachtschade	+++	+++	+++	++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-	+++	+	++

¹ +++ zeer gevoelig/ ++ gevoelig/ + matig gevoelig/- ongevoelig/ blanco = onbekend

Bron: DLV



Let op de verschillende grasachtigen

8.3.3 Wortelonkruiden

Tijdens de teelt van snijmaïs kunnen wortelonkruiden, zoals kweek en haagwinde, niet mechanisch worden bestreden, wel chemisch.

De groeistoffen fluroxypyr (Starane, Kart), dicamba (Banvel) of florasulam (Primus, Kart) zijn effectief tegen haagwinde. Deze middelen worden via het blad opgenomen. Voor een goede werking moet het onkruid voldoende blad hebben. Voor haagwinde betekent dit dat de plant al in de stengels van de maïs groeit. Voor Primus geldt dat het pas kan worden toegepast als de maïs 5-6 bladeren heeft. Daarbij moet de maximale dosering van het middel worden toegepast. Ook mag het nooit met andere herbiciden worden gemengd, vanwege kans op schade en een minder resultaat. Kart kan wel gemengd worden met andere herbiciden en kan ingezet worden op alle rassen. Voor een goede haagwindebestrijding kan een extra bespuiting in iets later stadium (6 tot 8-bladstadium) met Starane, Kart of Primus gewenst zijn. Liefst via onderbladbespuiting of met lage dosering van deze middelen. Dit eventueel pleksgewijs toepassen.

Kweek wordt met rimsulfuron (Titus), nicosulfuron (Milagro of Samson) of iodosulfuron+foramsulfuron (MaisTer) bestreden. Kweek moet circa 10 cm hoog zijn.

Om het onkruid beter te raken en/of gewasschade te voorkomen kunnen de middelen met een "onder blad bespuiting" worden toegepast. In 2007 en 2008 zijn een aantal zelfontwikkelde spuitmachines van loonwerkers (loonwerkersgroep Telen met toekomst) en bestrijdingsmethoden tegen o.a. haagwinde getest. In 2007 werd voor de onder bladbespuiting een kappenspuit (zie foto), rijenspuit en zakpijpspuit vergeleken. Ook werd de triltandschoffel als mechanische bewerking ingezet. In 2008 werd een correctiebespuiting met de kappenspuit vergeleken met alleen volvelds spuiten. Alle geteste machines gaven bij keuze van een goede mix een goed bestrijdingsresultaat.

Naast toevoeging van een specifiek haagwindemiddel zoals Banvel en Starane aan de standaardmix (bespuiting in 3-4 bladstadium) werd in het in het 8-9 bladstadium een correctiebespuiting uitgevoerd middels een volveldsbespuiting of een onderbladbespuiting.

In 2007 zorgde voor opkomst eggen ervoor dat er minder grote éénjarige onkruiden waren.

Daardoor konden de haagwindeplanten goed worden geraakt en had toevoeging van Banvel of Starane aan de standaardmix wel degelijk effect. In 2008 was het egeffect minder.

In 2008 bleek dat toevoeging van 0,3 L/ha Banvel aan de standaardmix en geen correctiebespuiting al een redelijk bestrijdingseffect (60%) gaf. Wanneer vooraf al besloten wordt dat er een correctiebespuiting wordt uitgevoerd, dan is toevoeging van een middel tegen haagwinde aan de standaardmix niet nodig.

Voor een correctiebespuiting is 0,5-1 L/ha Starane, 0,4-0,6 L/ha Banvel of combinatie van Banvel en Starane het meest effectief. Correctiebespuiting met Primus leek in de proef van 2007 iets minder effectief.



Kappenspuit gebruikt voor onderblad bespuitingen

Voor het zaaien en na de oogst van maïs kan kweek ook mechanisch worden aangepakt. Recent is een nieuw type frees uit Denemarken in Nederland geïntroduceerd. Dit is een pennenfrees met verende pennen (KVIK UP) die grond en kweekwortels opgooien. De kweekwortels komen bovenop de grond terecht. Daarna kan men ze bij elkaar harken en afvoeren. De machine werkt het best op lichtere grond. Op zware grond kan beter een pennenfrees met vaste pennen worden gebruikt.

Naar verwachting geeft frezen ook op haagwinde een goede bestrijding. Mechanische en chemische bestrijding zijn alleen effectief als wortelonkruiden actief zijn.

Kweek en grassen kunnen in de toekomst een groter probleem worden. Dat komt doordat de nieuwe regels vernieuwen van grasland in het najaar verbieden. Scheuren moet dus in het voorjaar gebeuren. Wie dat laat volgen door maïsteelt kan meer last hebben van grassen. Deels omdat het onderwerken secuur moet gebeuren. Is dat niet het geval dan kan het gras toch nog weer opkomen. Het gras kan ook eerst doodgespoten worden. Hergroei van grassen is dan niet meer aan de orde, maar kweek vormt daar een uitzondering op. Dat komt omdat kweek opnieuw kan uitstoelen via de wortelstokken. Doodspuiten in het voorjaar heeft zeker geen 100 procent werking op kweek omdat in het voorjaar de sapstroom omhoog is gericht. De werkzame stof glyfosaat komt dan niet of niet overal in de wortels terecht, waardoor er geen complete doding plaatsvindt. Een chemische bestrijding van kweek in de maïs is voornamelijk beperkt tot gebruik van MaisTer, Milagro en Samson. Ook de bestrijding van kweek na de maïsteelt wordt lastiger. Vroeger kon ook drie weken gewacht worden tot er voldoende hergroei van kweek was. Deze mogelijkheid vervalt omdat het perceel maïs na oogst direct ingezaaid moet worden met een groenbemester of vanggewas. Kweek kan nog wel aangepakt worden door binnen 24 uur na oogst glyfosaat in te zetten mits er dan voldoende groene kweek aanwezig is.

8.3.4 Aanpassing en verspreiding onkruidsoorten

Het is belangrijk jaarlijks in de gaten te houden of de toegepaste middelen alle onkruidsoorten goed bestrijden. Als middelen een bepaalde soort niet bestrijden kan op den duur deze soort overheersen. De verspreiding van hanenpoot over de maïspancelen in de jaren tachtig is hiervan een voorbeeld.

Er zijn grofweg zes oorzaken waardoor soorten aan bestrijding ontsnappen:

- Er wordt op te groot onkruid gespoten. De dosering is dan onvoldoende om de planten te doden. Onkruiden kunnen dan zaad vormen. Onkruiden die minder gevoelig zijn voor het toegepaste middel overleven en breiden uit. Dit proces noemt men selectie.
- Een andere vorm van selectie vindt plaats wanneer binnen een onkruidsoort planten ontsnappen die minder gevoelig zijn voor de toegepaste herbiciden. Dit wordt resistentie genoemd. Er wordt onderscheid gemaakt tussen horizontale en verticale resistentie. Bij horizontale resistentie is de mate van resistentie afhankelijk van de hoogte van de dosering. Binnen de populatie komen planten voor die niet of minder gevoelig zijn voor lagere doseringen. Bij bespuiting met een te lage dosering kunnen deze planten overleven en zich vermenigvuldigen. Om dit te voorkomen is het belangrijk om onder de juiste omstandigheden die dosering te kiezen die de planten afdoende dood.
Bij verticale resistentie komen binnen een populatie planten voor die het herbicide kunnen vastleggen of afbreken, waardoor de planten niet dood gaan en zich kunnen vermenigvuldigen. Deze vorm van resistentie treedt met name op wanneer jaar op jaar één herbicide (geen cocktail) wordt gebruikt (b.v. triazineresistenties (o.a. atrazin en simazin). Om beide vormen van resistentie te voorkomen is het goed om herbiciden met verschillende werkzame stoffen te mixen en bestrijdingsmethoden af te wisselen.
- Sommige onkruiden kiemen laat en komen pas op na het tijdstip dat de bodemherbiciden optimaal werkten en kunnen soms zelfs pas opkomen na een eventuele vervolgbespuiting met contactherbiciden later. Bijvoorbeeld gladvingergras; piek van kieming afhankelijk van warmte in voorjaar (mei-juli) en ooiwaarsbek; in zachte winter in staat om het hele jaar door te kiemen.
- Nieuwe soorten worden op het perceel gebracht. Dit kan door wind, vogels, mens, machines en mest gebeuren. Als deze onkruiden niet gevoelig zijn voor de toegepaste herbiciden, kunnen ze zich over het perceel verspreiden.
- Herbiciden die via de bodem werken worden door het bodemleven afgebroken voordat de plant ze opneemt. Het bodemleven heeft zich dan aan het herbicide aangepast. Dit proces heet adaptatie. Daar waar vroeger herbiciden soms weken werkzaam bleven is het soms binnen enkele dagen afgebroken (bekend van atrazin).

8.3.5 Keuze middel en dosering

Er is een breed scala aan middelen in snijmaïs toegelaten. Het is dus mogelijk om, ook al wordt elk jaar weer maïs op een perceel gezaaid, toch te wisselen met herbiciden. Bovendien kunnen de meeste middelen met elkaar worden gemengd.

Wel kan door het gebruik van herbiciden aanzienlijke groeiremming ontstaan als de weersomstandigheden ongunstig zijn en er met een combinatie van middelen in de adviesdosering wordt gespoten. Het onkruid wordt dan goed bestreden maar onderzoek wees uit dat dit tot ongeveer 15% lagere opbrengsten kan leiden dan bij een zorgvuldige mechanische bestrijding. Voor een goede onkruidbestrijding is het niet nodig om altijd de etiketdosering toe te passen.

Om de juiste dosering te bepalen moet men zich afvragen:

1. Komen er onkruiden voor die weinig gevoelig zijn voor de gekozen herbiciden?
2. Hoe groot zijn de onkruiden? Hoeveel bladeren hebben de grootste onkruiden?
3. Zijn onkruiden door weersomstandigheden afgehard of gevoelig?

Ad 1. Voor het bestrijden van soorten die zeer gevoelig zijn, kan men vaak met een lagere dosering volstaan. Voor weinig gevoelige soorten is het beter om een middel dat die soort goed bestrijdt te kiezen of toe te voegen. Let bij mixen wel op eventuele kans op schade aan het gewas.

Ad 2. Onkruiden in een jong stadium, kiemplanten tot eerste echte blaadjes, zijn extra gevoelig. In het kiemplantstadium kan met hele lage doseringen worden volstaan. Er zijn via internet adviesprogramma's beschikbaar die aangeven welke doseringen nodig zijn voor een bepaalde herbicide – onkruid combinatie (ADS- of MLHD- systeem). ADS staat voor Aangepast DoseringSysteem, een combinatie van middelen met een op de grootte en de soorten afgestemde dosering. MLHD staat voor Minimum Lethale Herbicide Dosering dat wil zeggen de dosering waarbij onkruiden in een bepaald stadium net doodgaan.

Ad 3. De weersomstandigheden rond het tijdstip van toediening bepalen hoe fel een middel werkt. Dit is afhankelijk van de combinatie van de invloed van het weer op de ontwikkeling van de plant en de werking van het herbicide. Het programma GEWIS geeft een indicatie van de kans van slagen van een bespuiting en de mogelijkheid de dosering te verlagen.

Meer informatie over MLHD en GEWIS via www.opticrop.nl. Opticrop verzorgt ook een onkruidfax maïs.

Combinaties van middelen waarin Banvel, Starane of Litarol is opgenomen werken agressief. Daarom geldt bij deze middelen: alleen toepassen als er onkruidsoorten voorkomen die door de andere middelen in de mix niet of matig worden bestreden en de dosering zo laag mogelijk houden. Starane wordt vaak onder blad gespoten.

Het toepassen van hulpstoffen zoals plantaardige -, minerale olie of een synthetische uitvloeier kan gewasschade veroorzaken. Sommige middelen hebben echter een hulpstof nodig om hun werk goed te kunnen doen.

De werking van een aantal herbiciden verbetert in het algemeen doordat de actieve stof beter wordt opgenomen. Ook de gewasplanten nemen dan in de regel meer middel op. Hulpstoffen daarom niet toepassen bij middelen waarvan bekend is dat ze gemakkelijk gewasschade veroorzaken.

Als de weersomstandigheden gunstig zijn voor toepassing van het middel kan ook bij middelen die bijna nooit gewasschade geven, groeiremming optreden.

8.3.6 Keuze doptype

Naast de keuze van het middel, de dosering en het tijdstip van toepassing kan het doptype invloed hebben op het bestrijdingsresultaat. Toepassing van driftarme doppen kan voor sommige middelen een vereiste zijn (zie onderstaande tabel 8.3).

Op klein onkruid, kiemplant tot eerste echte blaadjes, bestrijding van grassen en bij een lage doseringssysteem (LDS) is het gebruik van doppen met maximaal 75 % driftreductie aan te raden. Bij het gebruik van bodemherbiciden, contactherbiciden met een standaarddosering en bespuiting op onkruid groter dan de eerste echte blaadjes geven doppen met 90 % driftreductie ook een prima bestrijdingsresultaat.

In de meeste gevallen is echter de keuze van de middelencombinatie en het toepassingstijdstip meer bepalend voor het bestrijdingseffect dan de keuze van de dop.

Tabel 8.3 Vereiste maatregelen voor enkele middelen om drift te beperken

Middel	Luchtondersteuning	Driftreductieklasse (%)	Teeltvrijezone (meter)
Emblem	n.v.t.	75	AMvB
Frontier Optima	n.v.t.	75	AMvB
Gardo Gold	n.v.t.	75	AMvB
Laddok N (bij dosering > 2 ltr)	n.v.t.	75	AMvB
MaisTer	Ja	75	AMvB
MaisTer	nee	90	0,80
Samson Extra 6% OD	n.v.t.	75	AMvB
Stomp 400 Sc	n.v.t.	90	AMvB
Budget pendimethalin 400 SC	n.v.t.	90	2,5

8.3.7 Duurwerking of contactwerking

Veel telers vinden het belangrijk dat snel na het spuiten de bestrijding zichtbaar is en dat een middel lang werkt. Bij de oude middelen bentazon (bestanddeel van Laddok N) en pyridaat (in Lido SC) is de werking al na een paar dagen te zien. Bij de modernere herbiciden met name bij foramsulfuron + iodosulfuron-methyl-sodium (MaisTer) en nicosulfuron (Milagro/Samson) duurt het vaak 2 weken voordat duidelijke symptomen zichtbaar worden. Vanaf het moment van spuiten groeien de onkruiden niet meer, maar blijven nog wel groen.

De meeste contactmiddelen hebben geen duurwerking. Bodemherbiciden hebben dat wel: isoxaflutol (Merlin), S-metolachloor (Dual Gold) en dimethenamid-P (Frontier Optima) werken enkele weken op kiemende zaden van de soorten die voor de middelen gevoelig zijn. Vooral op percelen met een zeer zware onkruiddruk zijn bodemherbiciden nodig om onkruiden beheersbaar te houden. Op percelen met een normale tot lichte onkruiddruk is een zorgvuldig gekozen mix van contactmiddelen voldoende voor een goede bestrijding. Bodemherbiciden zijn vaak persistent en schadelijk voor oppervlakte en/of grondwater. Om de milieurisico's van middelen te kunnen vergelijken heeft CLM de milieumeetlat ontwikkeld. Deze kan men gratis via internet raadplegen: <http://milieumeetlat.nl/>

Bodemherbiciden worden vaak voor opkomst toegepast. Voor de werking van de middelen is vocht nodig. In jaren dat na toepassing 1 tot 2 weken geen neerslag valt, werken de middelen onvoldoende en moet men alsnog na opkomst met hoge doseringen spuiten. De middelen Frontier Optima en Dual Gold kan men voor het eggen toepassen. Na het spuiten van Merlin moet de grond niet meer worden bewerkt.

In het algemeen is het beter geen bodemherbiciden voor opkomst van de maïs te gebruiken. Bij een vroege toepassing zijn hoge doseringen nodig. Bij ongunstige weersomstandigheden kan de werking bovendien tegen vallen.

Alleen op percelen met een zeer hoge onkruiddruk is het nodig door een vroege bespuiting met bodemherbiciden een aanzienlijk deel van de onkruiden al bij opkomst te bestrijden. Ondanks het wegvallen van de cross-compliance-regeling voor maïs is het belangrijk om een middel te kiezen dat met een lage dosering en een lage benodigde hoeveelheid werkzame stof per hectare een goede bestrijding geeft. Merlin voldoet aan deze eis.

Frontier Optima en Dual Gold worden ook vaak aan de na opkomst bestrijding toegevoegd. Dan kan relatief vroeg op klein onkruid met relatief lage doseringen worden gespoten en wordt nawerking van de bespuiting verkregen door de toevoeging.

8.3.8 Herbiciden en grasonderzaai

Als men gras na de bespuiting met herbiciden in de maïs zaait, moet men daarmee bij de keuze van middelen rekening houden. In de gevoeligheidstabel staat of de herbiciden effectief zijn bij de bestrijding van raaigrassen. Dit betreft bespuitingen over raaigrasplanten. Uit PPO-onderzoek in 2001 en 2002 bleek dat dimethenamid-P (Frontier Optima) desastreus was voor Italiaans raaigras dat enkele weken voor zaaien was gespoten.

S-metolachloor (Dual Gold) werd niet onderzocht, maar is verdacht omdat het een bodemherbicide met grassenwerking is. Nicosulfuron (Milagro of Samson), foramsulfuron en iodosulfuron-methylnatrium (in MaïsTer) gaven wel groeiremming maar het gras ontwikkelde zich uiteindelijk goed. Andere onderzochte middelen terbutylazin en pyridaat (Lido SC), bromoxynil en pyridaat (Bropyr), mesotrione (Callisto), sulcotrione (Mikado), terbutylazin en bentazon (Laddok N) en isoxaflutool (Merlin), gaven nauwelijks groeiremming.

9	Ziekten plagen en beschadigingen	
9.1	Nematoden	117
9.2	Schimmels	118
9.3	Insecten.....	125
9.4	Vogels	129
9.5	Beschadigingen en stress	129
9.6	Gebreksverschijnselen	133

9 Ziekten plagen en beschadigingen

In vergelijking met verschillende andere gewassen is maïs in het algemeen een gezond gewas waarin men weinig chemische middelen gebruikt om ziekten en plagen te bestrijden. Alleen het zaaizaad wordt behandeld met een fungicide tegen kiemschimmels met incidenteel hieraan een insecticide toegevoegd. In dit hoofdstuk worden de symptomen en effecten van verschillende ziekten en plagen beschreven, evenals die van beschadigingen en tekorten aan nutriënten en vocht.

9.1 Nematoden

Schade ten gevolge van aaltjes treedt in maïs slechts in beperkte mate op. Wel speelt maïs een rol bij de vermeerdering van aaltjes die behoorlijke schade kunnen veroorzaken in gewassen die in rotatie met maïs worden geteeld.

Aaltjesschade in maïs

De meest algemeen voorkomende plantenparasitaire aaltjesgeslachten bij maïs zijn het wortellesieaaltje (*Pratylenchus*) en het vrijlevende wortelaaltje van het geslacht *Tylenchorhynchus*. Met name het wortellesieaaltje neemt toe wanneer frequenter maïs wordt geteeld. Wortellesieaaltjes zijn endoparasieten. Dit betekent dat de aaltjes de wortels binnendringen en van daaruit schade toebrengen. *Tylenchorhynchus*-aaltjes zijn ectoparasieten wat inhoudt dat deze de plant niet binnendringen maar de wortels aanprikken. Maïs kan enige schade van het wortellesieaaltje ondervinden. *Tylenchorhynchus*-aaltjes zijn niet schadelijk voor maïs.

Het havercysteaaltje (*Heterodera avenae*) en het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*) kunnen incidenteel schade aanrichten. Het havercysteaaltje is te verwachten in graanrijke bouwplannen. Het aaltje kan zich niet vermeerderen op maïs zodat bij continue teelt geen schade te verwachten is. Bij aantasting blijft het gewas pleksgewijs achter in groei. De kiemwortels zijn vaak sterk vertakt en knoestig. Schade door stengelaaltjes uit zich in een sterk verdikte stengelvoet. De planten vallen gemakkelijk om door slechte wortelgroei. Schade komt met name voor in koude jaren.

Lichte schade kan ook optreden door het maïswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*). De aantasting is te herkennen aan de kleine knobbeltjes op de wortels.

Vrijlevende wortelaaltjes van de geslachten *Trichodorus* en *Paratrichodorus* kunnen ook schade geven in maïs. Uit recent onderzoek van PPO bleek dat bij een besmetting van *T. similis* bij snijmaïs de drogestofopbrengst kan dalen met 2,5 ton per ha. *Trichodoriden* komen voor op zandgrond en lichte zavelgronden en houden van vochtige omstandigheden. Vooral in een koel en vochtig voorjaar kunnen ze schade veroorzaken rond de opkomst en tijdens de jeugdfase. Bij zware aantasting vallen kiemplanten weg of blijven sterk achter in groei. De aantasting komt meestal grillig over een perceel voor. Gewasrijen met een goede groei worden afgewisseld met een rijen met een slechte groei, ook in de rijen komen afwisselend stukken met een goede en slechte groei voor. Melkveebedrijven met alleen gras en maïs kunnen weinig aan een besmetting doen, aangezien grassen ook goede waardplanten voor *T. similis* zijn. De vrijlevende *Trichodorus* en *Paratrichodorus* wortelaaltjes komen vooral voor in bouwplannen met veel granen, grassen of witlof. Daarentegen zijn waspeen, tulp en lelie niet schadegevoelig en tevens geen of slechte waardplant voor *T. similis*.

Aaltjesvermeerdering op maïs

Maïs kan verschillende aaltjes vermeerderen die problemen kunnen veroorzaken in volggewassen. Of in de volggewassen schade ontstaat, hangt onder andere af van de mate waarin het aaltje aanwezig is. In tabel 9.1 staat aangegeven welke aaltjes in staat zijn om zich te vermeerderen op maïs en welke

volggewassen schade kunnen ondervinden. Voor meer informatie over aaltjes verwijzen we naar de aaltjesdatabase van PPO agv Digitaal (o.a. te bereiken via www.kennisakker.nl onder advies).

Tabel 9.1 Vermeerdering van aaltjes op maïs en mogelijk schade in volggewassen

Aaltjessoort	Mate van vermeerdering op maïs	Volggewassen waarin grote schade kan optreden	Volggewassen waarin enige schade kan optreden
Vrijlevende wortelaaltjes (Trichodorus spp en Paratrichodorus spp)	matig	suikerbieten, uien, witlof, gladiolen	aardappelen, koolzaad, prei en diverse koolsoorten
Maïswortelknobbelaaltje (Meloïdogyne chitwoodi)	matig	aardappelen, erwten, waspeen, schorseneren	suikerbieten
Wortellesieaaltje (Pratylenchus penetrans)	sterk	waspeen, schorseneren, lelie, aardbeien, boomkwekerijgewassen	aardappelen, erwten, stamslabonen, tulpen dahlia's, gladiolen
Stengelaaltje (Ditylenchus dipsaci)	matig	uien, luzerne, erwten, tulpen	aardappelen, vlas, suikerbieten, haver
Vrijlevende wortelaaltjes van het geslacht Tylenchorhynchus	sterk	-	-

9.2 Schimmels

Er zijn verschillende schimmels die schade kunnen veroorzaken in maïs. Tot nu toe bestrijdt men alleen de kiemschimmels met chemische middelen. Bij de schimmelziekten stengelrot, kolfsteelrot en builenbrand kan men door rassenkeuze de schade beperken.

Kiemschimmels

Verschiede bodemschimmels kunnen het ontkiemende plantje aantasten. Het betreft meestal Pythium-, maar soms ook Fusariumsoorten. De schimmels veroorzaken een bruinachtige verkleuring van de wortels. Het gevolg is een onregelmatige opkomst en een trage groei. De aantasting treedt vooral op bij lage temperaturen wanneer de kieming traag verloopt. Bestrijding vindt plaats door zaadontsmetting met 2 – 3 gram thiram 50% per kg zaad.

Wortelverbruining

Wortelverbruining is een verkleuring van het wortelstelsel, veroorzaakt door Pythium- en Fusariumschimmels. De eerste aantastingen worden rond half juni zichtbaar. Naarmate het groeiseizoen vordert, neemt de bruinverkleuring van het wortelstelsel toe. Naarmate de grond vochtiger is, neemt de aantasting sneller toe.

Bestrijding is in de eerste plaats mogelijk door vruchtwisseling. Het optreden van wortelverbruining hangt sterk samen met de frequentie waarin maïs in het bouwplan voorkomt. Bij nauwere rotaties is de aantasting ernstiger dan in ruimere rotaties. In vruchtwisselingsonderzoek werden opbrengstdervingen van 10 – 20% door continueelt gevonden. Dit moeten we waarschijnlijk voor een deel toeschrijven aan wortelverbruining. De schade kan men verkleinen door ervoor te zorgen dat het gewas ongestoord kan groeien. Een goede bodemstructuur is hierbij van groot belang.



Wortelverbruining

Builenbrand

Builenbrand wordt veroorzaakt door de brandschimmel *Ustilago maydis* die bepaalde delen van de plant aantast. Aantasting vindt met name plaats in plantendelen waar sprake is van intensieve celdeling. Na infectie ontstaan grijsachtige gallen, de builen, die zijn omgeven door een vlies. Na verloop van tijd barsten de builen open en komen een groot aantal bruin-zwarte sporen vrij. De sporen kunnen wel 4 jaar in de grond overblijven en hun kiemkracht bewaren.

Builenbrand komt met name voor in droge, warme jaren op percelen waar maïs sterk van droogte te lijden heeft gehad. De ziekte is niet chemisch te bestrijden. Vruchtwisseling heeft weinig zin omdat de sporen zich ook door de lucht kunnen verplaatsen. Tussen rassen bestaan wel verschillen in resistentie tegen builenbrand (zie hoofdstuk 6). Ook het beperken van groeistagnaties verkleint de kans op aantasting; denk hierbij aan een goede bodemstructuur en beregenen in droge perioden. Aantasting heeft zowel gevolgen voor de opbrengst als voor de kwaliteit van de maïs (zie tabel 9.2). Uitgaande van een gemiddeld gewas dient men per 10% zwaar aangetaste planten (de kolf vrijwel volledig aangetast) rekening te houden met de volgende verliezen:

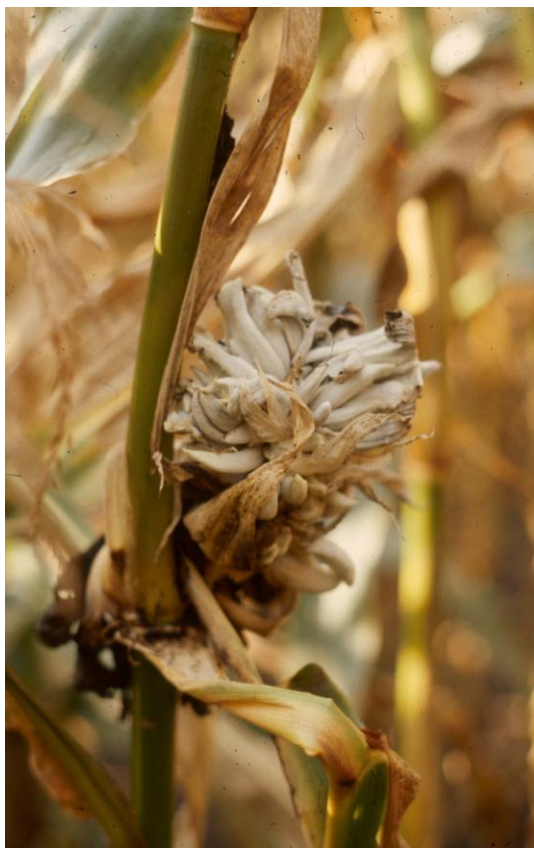
- 4% aan drogestofopbrengst
- 5,2% aan VEM-opbrengst
- circa 14 VEM per kg droge stof

De drogestofopbrengst van de kolven daalt sterker dan van het gehele gewas, zodat builenbrandpercelen beter niet voor korrelmaïs of ccm bestemd kunnen worden. Per 10% aangetaste kolven moet men rekening houden met een daling van de kolfopbrengst van ruim 8%. De aantasting kan het beste worden vastgesteld door op meerdere, willekeurig gekozen plaatsen 100 opeenvolgende planten in een rij te beoordelen. Voor de gevolgen van builenbrand voor conservering en vervoering wordt verwezen naar de hoofdstuk 11.

Tabel 9.2 Invloed van builenbrand op opbrengst en kwaliteit van maïsplanten

Groetheid	gezond	Aangetast ¹
Drooggewicht/plant (relatief)	100	68
Kolfaandeel (%)	39	3
Drogestofgehalte (5)	32,7	24,6
Voederwaarde (VEM per kg drogestof)	937	720

Bron: Van Dijk et al., 1993

¹ Zwaar aangetaste kolven*Builenbrand***Stengelrot**

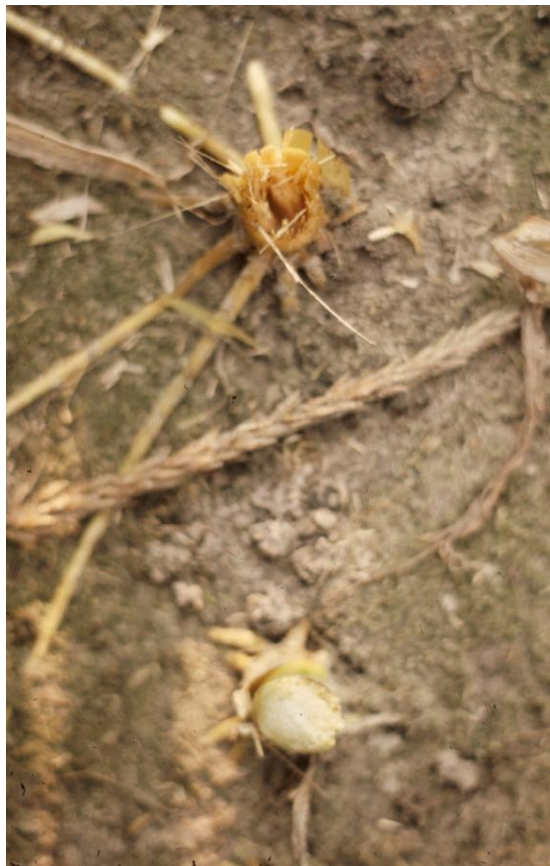
Stengelrot is in Nederland de meest voorkomende schimmelziekte bij maïs. De ziekte wordt veroorzaakt door *Fusarium*schimmels. Bij een ernstige aantasting verrot het merg van de stengelvoet. De stengels sterven hierdoor vroegtijdig af en knikken vaak vlak boven de grond om. De plant wordt aangetast vanuit de grond via de wortels of de onderste stengelknopen.

Een zware aantasting door stengelrot kan de oogst van de maïs sterk bemoeilijken. Ook kunnen aanzienlijke oogstverliezen optreden. Een door stengelrot aangetast gewas heeft in het algemeen ook een wat lagere voederwaarde. Gewassen die te lijden hebben gehad van droogte worden sneller aangetast. Aantasting door *Fusarium* kan tot gevolg hebben dat er mycotoxinen ontstaan. Zie voor meer informatie over effecten van mycotoxinen bij vervoeding aan rundvee, paragraaf 11.8.

Stengelrot kan men niet chemisch bestrijden. De aantasting kan men voorkomen door te zorgen voor optimale groei-omstandigheden voor het gewas en door rassen te kiezen die minder vatbaar zijn voor

stengelrot. Met name bij MKS, CCM en korrelmaïs is deze raseigenschap van belang omdat deze gewassen langer op het land moeten staan dan snijmaïs. Ook kan de stevigheid van het gewas worden vergroot door tijdig en niet te dicht te zaaien. Wanneer de ziekte massaal optreedt, kan men het beste zo snel mogelijk oogsten.

Indien maïs in rotatie met tarwe geteeld wordt, moet men er rekening mee houden dat in tarwe geteeld na maïs meer *Fusarium* kan optreden. Naarmate meer plantresten van maïs op het veld achterblijven, zoals bij de teelt van korrelmaïs, is de kans hierop groter. Door goed onderploegen van de maïsstoppel zijn het risico van *Fusarium* en van te hoge gehalten aan mycotoxines (m.n. DON) in de tarwe te verminderen.



Stengelrot

Kolfsteelrot

Evenals de stengel kan ook de kolfsteel aangetast worden door *Fusarium*schimmels. De kolven hangen hierdoor naar beneden en kunnen na verloop van tijd op de grond vallen. Bij een ernstige aantasting kunnen aanzienlijke verliezen optreden. De ziekte treedt op tijdens de afrijping. Wanneer kolfsteelrot in ernstige mate optreedt, moet men het gewas zo snel mogelijk oogsten. Door de vorming van mycotoxinen kan een gewas met veel kolfsteelrot beter niet gebruikt worden als korrelmaïs of als CCM. Bij varkens kunnen mycotoxinen gezondheidsproblemen opleveren. Er zijn rasverschillen in gevoeligheid voor kolfsteelrot, maar de aantasting komt te weinig voor om deze verschillen goed vast te leggen in de rassenlijst. De verschillen komen niet overeen met de rasverschillen in gevoeligheid voor stengelrot.

Bladvlekkenziekten

Bladvlekkenziekte bij maïs in Nederland wordt met name veroorzaakt door de schimmel *Helminthosporium* en *Kabatiella zeae* (eyespot).

Helminthosporium

Hiervan zijn bij maïs drie soorten bekend:

1. *Helminthosporium turcicum* (*Exserohilum turcicum* of *Setosphaeria turcica*)
2. *Helminthosporium carbonum* (*Bipolaris zeicola* of *Cochliobolus carbonum*)
3. *Helminthosporium maydis* (*Bipolaris maydis* of *Cochliobolus heterostrophus*)

In Nederland was in 2007 de eerste aantasting van betekenis, het ging hierbij om *H. turcicum* en *H. carbonum*. De *H. maydis* is niet waargenomen.

De eerste besmetting vindt plaats vanuit gewasresten in de grond. Door opspattend sporen worden de planten geïnfecteerd. De eerste aantasting (primair) vindt dus op de onderste bladeren plaats. Vervolgens kan de ziekte zich naar boven in het gewas ontwikkelen en via de schimmelsporen kan het zich over grote afstand verder verspreiden door de wind en andere percelen besmetten. Dit is de tweede (secundair) aantasting. Hierbij worden vaak eerst de bovenste bladeren aangetast. De schimmel ontwikkelt zich het snelst onder vochtige (dauw) omstandigheden en temperaturen tussen 20-25 °C waarbij de optimum temperatuur bij *carbonum* en *maydis* iets hoger is dan bij *turcicum*.

Bij een aantasting ontstaan er in het begin kleine grijsgroene vlekjes. Bij de *Helminthosporium turcicum* groeien die uit tot grote langwerpige grijs-bruine vlekken tot wel 15 cm lang (foto 1). Bij *Helminthosporium carbonum* (foto 3) en *maydis* ontstaan er uiteindelijk veel vlekjes van slechts 2 – 3 cm lang. Uiteindelijk vloeien de vlekken samen en kunnen grote delen van het blad afsterven (foto 2 en 4).

Opbrengstderving door bladvlekkenziekte is afhankelijk van het moment en de zwaarte van de aantasting. Bij een zware aantasting vóór de bloei kan de korrelopbrengst volgens de literatuur tot 50 % lager uitvallen. Een lagere korrelopbrengst geeft een lager zetmeelgehalte en daarmee naast een lagere opbrengst ook een lagere voederwaarde. Vanuit bevindingen in 2007 en 2008 wordt de schade bij een zware vroege primaire aantasting ingeschat op 5 tot 10% in VEM-opbrengst bij snijmaïs en op 5 tot 10% in korrelopbrengst bij korrelmaïs. In individuele gevallen kan dit echter hoger zijn. Het effect op de voederwaarde is geringer dan op de opbrengst. Bij een late aantasting ook al is deze zwaar is de schade zeer gering, de inschatting is 1 à 3% in VEM-opbrengst.

Uit onderzoek in 2008 aan 12 kuilen met snijmaïs die in 2007 was aangetast door *Helminthosporium* bleek dat de voederwaarde nauwelijks lager was dan normaal. Het ds-gehalte varieerde van 28 tot 38% en de VEM-waarde van 930 tot 987. Het zetmeelgehalte was gemiddeld 5% lager dan normaal terwijl de celwandverteerbaarheid praktisch gelijk was. De conservering was in de meeste kuilen normaal verlopen. Eén kuil met zwaar aangetaste maïs had een lager dan normaal melkzuurgehalte en een hoger azijnzuurgehalte. In de kuilen kwam niet meer broei voor dan normaal.

Sterk aangetaste maïs ziet er dood en verdord uit. Men is dan al gauw geneigd om het snel te oogsten, dit is lang niet altijd verstandig. Het ds-gehalte van de maïs valt dan vaak tegen omdat de stengel en de kolf nog vrij vochtig zijn. Tevens produceert maïs nog steeds bij, zelfs als er rond half september nog maar 3 bladeren groen zijn. Hoewel de opname van de in 2008 onderzochte kuilen als goed werd beoordeeld kan sterk aangetaste maïs mogelijk minder smakelijk zijn voor het vee. De schimmel is zover bekend niet giftig voor het vee.

Er bestaan rasverschillen in gevoeligheid voor de schimmel. In 2009 zijn voor het eerst gegevens opgenomen in de aanbevelende rassenlijst over de mate van tolerantie tegen *Helminthosporium*.

(Zie hoofdstuk 6 Rassenkeuze). Door het telen van minder gevoelige rassen kan de schade worden beperkt.

Via teeltmaatregelen kan ook geprobeerd worden om de schade door de schimmel te beperken. De primaire aantasting veroorzaakt de meeste schade en is ook verantwoordelijk voor de secundaire aantasting. Het is daarom belangrijk de primaire aantasting, die veroorzaakt wordt door het opspatten van sporen met grond en water, te voorkomen. De schimmel overleeft op gewasresten in de grond. De schimmeldruk wordt verlaagd door de vertering van gewasresten te bevorderen. Hiervoor moet de stoppel in de herfst bewerkt worden met een niet kerende grondbewerking, zodat de vertering van gewasresten door het bodemleven bevordert en er minder gewasresten in de grond overblijven. Het advies is vervolgens om in het voorjaar de overgebleven gewasresten goed onder te werken door een kerende grondbewerking, zodat de kans op opspattende sporen wordt verkleind. Ploegen lijkt de voorkeur te hebben boven spitten. In het buitenland bestaan er fungiciden tegen de bladvlekkenziekte in maïs. Deze middelen zijn echter (nog) niet toegelaten in Nederland.



Aantasting door Helminthosporium turcicum



Aantasting door Helminthosporium carbonum

Eyespot

Eyespot is een bladvlekkenziekte die veroorzaakt wordt door de schimmel *Kabatiella zeae*, welke met name in koelere vochtige omstandigheden tot ontwikkeling komt. Vanaf 2000 zijn er zwaardere aantastingen in Engeland bekend. In Nederland is het tot nu alleen in Noord-Nederland waargenomen, in 2007 en in 2004 in zeer geringe mate. De schade die de ziekte veroorzaakt is tot nu toe zeer gering, omdat deze zich in Nederland zeer laat (2-3 weken voor de oogst) heeft gemanifesteerd.

De schimmel veroorzaakt talrijke zeer kleine oogachtige vlekjes (1-4 mm) op het blad. De vlekjes hebben een paarsbruin centrum en worden omgeven door een lichtgele rand. In het centrum van de vlek sterft het blad vervolgens af, waardoor deze lichter kleurt. Hierdoor ontstaat er een lichte vlek met een paarsbruine rand en daarom heen weer een lichte rand. Hierdoor lijken de vlekjes oogjes. Bestrijding is niet mogelijk, maar ook hier blijft de schimmel over op gewasresten in de grond. Dus ook hier zijn de geadviseerde teeltmaatregelen ter voorkomen van *Helminthosporium* van kracht.



Aantasting door Eyespot

Rhizoctonia

Schade door *Rhizoctonia* is incidenteel in maïs waargenomen. Aangetaste planten hebben een minder goed ontwikkeld wortelstelsel en vertonen vaak legering. Op de stengel zijn soms vlekken zichtbaar die vergelijkbaar zijn met die van oogvlekkenziekte in granen. *Rhizoctonia* wordt door maïs in stand gehouden en kan zich ook vermeerderen. Vooral in suikerbieten, waspeen en schorseneren die men in rotatie met maïs teelt, is *Rhizoctonia* een belangrijke ziekte. *Rhizoctonia* is in deze gewassen op de lichtere gronden een toenemend probleem.



Rhizoctonia

Roest

Soms treft men in sommige rassen een aantasting door roest aan, met name aan de bovenkant van het blad ontstaan verspreid voorkomende kleine, ronde, roestbruine sporenhoopjes. Vaak treedt de aantasting pas laat in het seizoen op. Schade door roest treedt in maïs dan ook nauwelijks op. Er zijn rasverschillen in gevoeligheid voor roest, maar de aantasting komt te weinig voor om een verantwoorde waardering in de rassenlijst te geven.

9.3 Insecten

Een aantal insecten, waarvan de fritvlieg en ritnaalden de belangrijkste zijn, veroorzaken schade in maïs. Door de algemeen toegepaste zaaizaadbehandelingen wordt de meeste schade voorkomen. In andere Europese landen komen insecten voor die mogelijk in de toekomst ook in Nederland een rol kunnen spelen.

Fritvlieg

De fritvlieg (*Oscinella frit*) overwintert op granen en grassen. De omvang van de aantasting hangt nauwelijks samen met de voorvrucht. De larve van de fritvlieg kan ernstige schade toebrengen aan maïsplanten. De fritvlieg legt haar eitjes doorgaans vóór het 3-4 bladstadium op de maïsplanten. De

kleine doorschijnende larven beschadigen het groeipunt waardoor de hoofdstengel niet of zeer moeizaam uitgroeit. Aangetaste planten stoelen daardoor meer uit. De bladeren vertonen misvormingen en gaten en zijn gerafeld. Karakteristiek voor de aantasting is dat de bladpunten van de jongste bladeren blijven steken in de gaten van de oudste bladeren.

Wanneer het zaaizaad is ontsmet met methiocarb geeft dit meestal een afdoende bescherming tegen de fritvlieg. Daarnaast is het mogelijk om in 2-3 bladstadium een bestrijding met 2 l Condor uit te voeren. Dit moet men beschouwen als een noodmaatregel. Wanneer in de toekomst zaaizaadbehandelingen met mesurol niet meer mogelijk zijn, kan fritvlieg schade een probleem worden.



Fritvlieg schade

Ritnaalden

Ritnaalden (*Agriotes* spp.) zijn de larven van de kniptor. De larven zijn donkergeel, hard en tot circa 2 cm lang. De larven boren zich in de stengelvoet en de wortels. Vooral bij jonge planten kan de schade zo groot zijn dat de plant in groei achterblijft of zelfs afsterft. Schade door ritnaalden treedt voornamelijk op in de eerste drie teeltjaren na het scheuren van grasland en dan met name in het tweede jaar. Doordat de opbouw van de ritnaaldenpopulatie vrij langzaam verloopt, treedt bij het scheuren van kunstweides naar verwachting geen schade op. In dat geval kan bestrijding achterwege worden gelaten.

Ritnaaldenschade kan men voorkomen door zaaizaad te gebruiken dat met Gaucho is behandeld. Het is mogelijk om een test uit te voeren op de aanwezigheid van ritnaalden. Aardappelknollen kunnen begin april op 10 a 20 cm diepte in de grond gelegd worden. Na 10 tot 14 dagen kan men beoordelen of er ritnaalden in het perceel zitten.



Schade door ritnaalden

Maïsstengelboorder

De maïsstengelboorder is de rups van de vlinder *Ostrinia nubilalis*. De rups boort zich in de stengel en de kolfstelen waardoor het transport van assimilaten en voedingsstoffen wordt onderbroken. Hierdoor neemt de productie van het gewas af. Daarnaast treedt legering en kolfverlies op. Het insect breidt zich langzaam vanuit zuidelijke landen naar het noorden van Europa uit. Gezien de eigenschappen van het dier verwachten we niet dat het zich in Nederland kan vermenigvuldigen en daardoor van economische betekenis is.

Maiswortelkever

De van oorsprong Noord-Amerikaanse maiswortelkever (*Diabrotica virgifera*) is sinds het begin van de negentiger jaren in Europa. Verspreiding over lange afstanden binnen Europa vindt via vliegverkeer plaats. Tot nu toe is de kever in Nederland in 2003 en 2005 in totaal op vijf locaties aangetroffen. De Plantenziektenkundige Dienst heeft steeds maatregelen genomen om de kever uit te roeien. Onduidelijk is of de kever zich blijvend kan vestigen in Nederland. De larven van de kever kunnen aanzienlijke schade toebrengen aan de maïsplanten. Ze vreten aan de wortels van de jonge planten, waardoor de planten verzwakken en tenslotte kunnen omvallen. De volwassen kevers veroorzaken schade aan de kolf. In Amerika zijn in extreme gevallen oogstverliezen tot 80% gevonden. In de EU heeft de maiswortelkever een quarantainestatus. De Plantenziektenkundige Dienst controleert op een groot aantal plaatsen in Nederland met behulp van feromoonvallen of de kever aanwezig is.



Maiswortelkever

Bladluizen

Vanaf eind juni kunnen we verschillende bladluizen in de maïs aantreffen. De belangrijkste soort is de vogelkersluis (*Rhopalosiphum padi*); daarnaast komen ook de roosgrasluis (*Metopolophium dirhodum*) en de grote graanluis (*Sitobion avenae*) voor.

De bladluizen veroorzaken in de eerste plaats zuigschade, terwijl ze daarnaast honingdauw uitscheiden. Op de honingdauw komen allerlei schimmels tot ontwikkeling, die de fotosynthese van het blad belemmeren. De schade is echter gering omdat de meeste luizen en de honingdauw voorkomen op de schutbladeren van de kolf en de bladeren beneden de kolf. Deze bladeren vertonen tijdens de korrelvullingsperiode geen of nauwelijks fotosynthetische activiteit.

Schadeoorzaak luizen mogelijk niet alleen zuigschade

Een aantal jaren geleden werden op sommige percelen in het zuiden van het land vroeg in het seizoen tijdens een warme periode zeer veel luizen aangetroffen. De jonge maïsplanten (2^e a 3^e bladstadium) ondervonden hiervan veel schade. De schade uitte zich door vervormde kromme planten en zelfs plantuitval. De indruk was dat er naast zuigschade ook schade ontstond door fytotoxische stoffen die de luizen afscheidde.

9.4 Vogels

Vlak na het zaaien kunnen vogels schade aanrichten, zoals duiven, fazanten, kauwen, roeken en zwarte kraaien. Zowel zaden als jonge planten kunnen weggepikt worden. In extreme situaties kunnen de vogels hele percelen wegvreten. De kans op vogelvraat is kleiner door dieper te zaaien (5-6 cm) en door geen zaad te morsen. Indien het zaaizaad behandeld is met mesurool, geeft dit voldoende bescherming tegen vogelschade.



Roeken kunnen aanzienlijke schade aanrichten wanneer zaaizaad niet is behandeld

9.5 Beschadigingen en stress

Onkruidbestrijding en bemesting

Er kunnen beschadigingen van het gewas optreden tijdens de mechanische onkruidbestrijding. Door middel van een goede zaaibedbereiding, een goede afstelling van zowel de zaaimachine als de wiede- of schoffelapparatuur en het kiezen van de juiste bewerkingstijdstippen kan deze schade beperkt worden. Ook bij de chemische onkruidbestrijding kan schade ontstaan. Zorg voor een zorgvuldige toepassing van juiste middelen onder de juiste omstandigheden. Soms kan aan de randen van maïspancelen schade ontstaan door onkruidbestrijdingsmiddelen die in andere gewassen worden toegepast. De schade kan variëren van witte vlekken op het blad tot vergroeide, kromme planten. Ook bij de bemesting na opkomst kan gewasbeschadiging ontstaan. Een stikstofbemesting met een kunstmeststrooier kan bladschade veroorzaken doordat kunstmestkorrels in de bladkokers terechtkomen en daar verbranding van het blad geven. Indien er extra kunstmest tijdens het groeiseizoen gegeven moet worden, is het aan te bevelen om dit met behulp van een rijenbemester te doen.



Schade bij bemesting na opkomst

Hagelschade

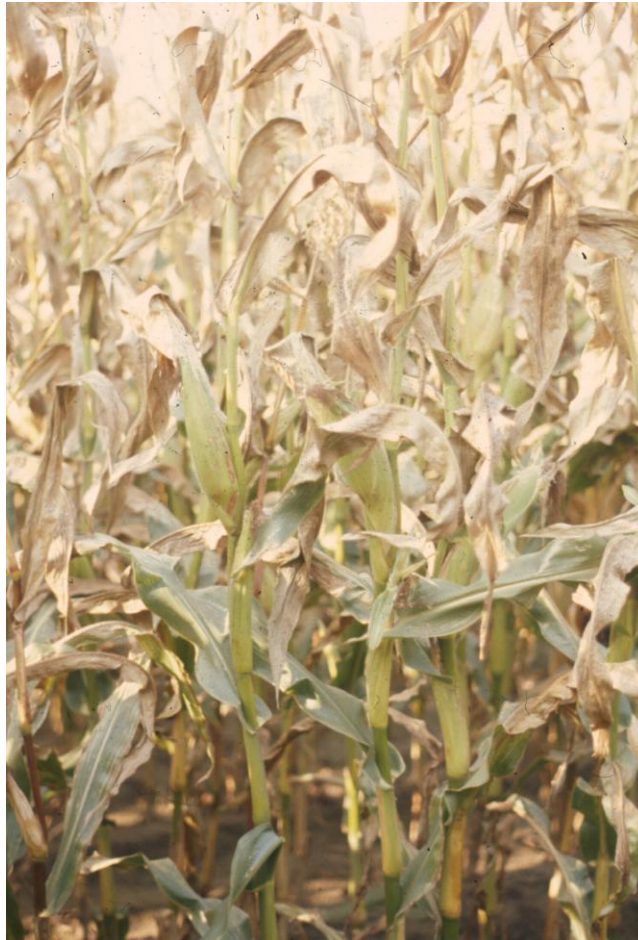
Hagelbuien kunnen forse schade aanrichten aan een maïsgewas. De schade kan dusdanig zijn dat herstel niet of nauwelijks meer mogelijk is. Lichte hagelschade is te herkennen aan gerafelde bladeren. De productie zal dan iets minder zijn en het gewas is mogelijk wat gevoeliger voor ziektes zoals bladvlekkenziekte. Wanneer in een jong stadium de bladeren kapot zijn gehageld maar het groeipunt is nog niet beschadigd zal het gewas zich herstellen. Wanneer in een later stadium naast de bladeren ook de mannelijke bloei en de kolfaanleg beschadigd zijn zal de productie fors lager zijn. Tegen hagelschade kan men zich verzekeren.



Licht en zware hagelschade

Nachtvorstschade

Nachtvorstschade kan zowel in het voorjaar als in het najaar optreden. Vroeg in het seizoen is nachtvorstschade te zien aan afgestorven blad. Alleen bij zeer zware nachtvorst, waarbij ook het groeipunt bevroren raakt, treedt plantuitval op. In de herfst kan door vroege nachtvorst het gewas vroegtijdig afsterven. De schade is zichtbaar aan het afgestorven blad. De afrijping van een bevroren gewas verloopt zeer traag, omdat er in de plant geen transport van water en koolhydraten meer plaatsvindt. Bevroren gewassen zijn gevoelig voor stengelrot en kunnen dan ook beter, afhankelijk van de mate van vorstschade en tijdstip waarop deze optreedt, zo snel mogelijk worden geoogst.



Nachtvorstschade

Koudestress

Koudestress kan naast de beginontwikkelingsperiode (zie paragraaf 2.3) ook optreden in juni. Bij de lage temperaturen die dan kunnen optreden worden de jongste, binnenste bladeren geel. Tijdens deze perioden en ook daarna groeit het gewas minder goed. Dit beeld van vergelende binnenste bladeren dient niet verward te worden met stikstofgebrek. In dat geval vergelen juist de oudste (onderste) bladeren. Soms worden tijdens koudeperioden de bladeren rood-paars, een gevolg van een tijdelijk fosfaattekort, ontstaan door de kou.

Stormschade

Tijdens het groeiseizoen kan het voorkomen dat de maïs door sterke wind tijdens buien omwaait. Met name eind juni begin juli wanneer de maïs snel groeit is het gevoelig voor legering als gevolg van wind. Wanneer de maïsstengel geknikt is maar nog niet afgeknapt dan zal het proberen zich te herstellen door in een boog omhoog te groeien. De kolfontwikkeling gaat dan meestal ook nog wel door.



Platgewaaide maïs groeit vaak weer met een boog omhoog (ganzennek)

Droogteschade

Droogteschade uit zich op verschillende wijzen. Afhankelijk van het ras kan het blad gaan krullen. Bij andere rassen krullen de bladeren niet, maar gaat veel van het onderste blad verloren. Droogte tijdens de bloei leidt tot een slechte korrelzetting (zie ook paragraaf 3.7).



Droogte tijdens de bloei leidt tot een slechte korrelzetting

Uitstoeling

Stress (kou en/of droogte) in een jong stadium kan er toe leiden dat een maïsplant gaat uitstoelen. Hierbij worden naast de hoofdplant zijscheuten gevormd. Ook (mechanische) kneuzingen van ondergrondse delen (bijvoorbeeld door eggen) kunnen soms oorzaak zijn van extra zijscheuten. De mate van uitstoeling in een stress-situatie is vaak rasafhankelijk. De vorming van een enkele zijscheut

geeft geen schade. Wanneer er erg veel zij scheuten worden gevormd dan kan dit de kwaliteit nadelig beïnvloeden.

Vingerkolven/veelkolvigheid

Wanneer de maïsplant tijdens de kolfaanleg extreme stress krijgt te verduren door factoren als hitte, koude en droogte dan kan de plant daarop reageren door “vingerkolven” te ontwikkelen. Er wordt dan niet één hoofdkolf gevormd maar meerdere vaak kleinere kolven vanuit één oorsprong. Ook extreme late zaai kan dit verschijnsel opwekken. Vaak heeft dit verschijnsel een negatief effect op de kwaliteit.



Uitstoelingen



Vingerkolf

9.6 Gebreksverschijnselen

Stikstofgebrek in maïs is te herkennen aan gele onderste (oudste) bladeren. Indien dit in een jong gewas optreedt, is het noodzakelijk om extra stikstof te geven.

Fosfaatgebrek uit zich in een rood-paarse verkleuring van de bladeren door anthocyaanophoping. Het fosfaatgebrek kan ook veroorzaakt worden door koude omstandigheden of door droogte. Indien de fosfaattoestand van het perceel aan de lage kant is, is het gewenst om bij het zaaien een rijenbemesting met fosfaat te geven. Dit geldt in het bijzonder voor koudegevoelige percelen.

Kaligebrek uit zich in het geel worden en verdorren van de bladranden. In Nederland komt kaligebrek op de meeste maïspercelen nauwelijks voor door de vrij hoge giften dierlijke mest. In de toekomst kan echter door veranderingen in het mestbeleid een andere situatie ontstaan.

Magnesiumgebrek is herkenbaar aan overlangse strepen tussen de nerven (“tjigering”). In een later stadium sterven deze strepen af. Het verschijnsel wordt het eerst zichtbaar in de oudste bladeren, met name bij koud en nat weer.

Een slechte korrelzetting kan het gevolg zijn van *vochtgebrek*, maar ook van een gebrek aan *borium* of *koper*. Bij vochtgebrek is de korrelzetting vooral aan de top van de kolf slecht, terwijl dit bij borium- of kopergebrek meer verspreid is over de gehele kolf. Borium- en kopergebrek is niet te verwachten op percelen waarop men dierlijke mest toepast.



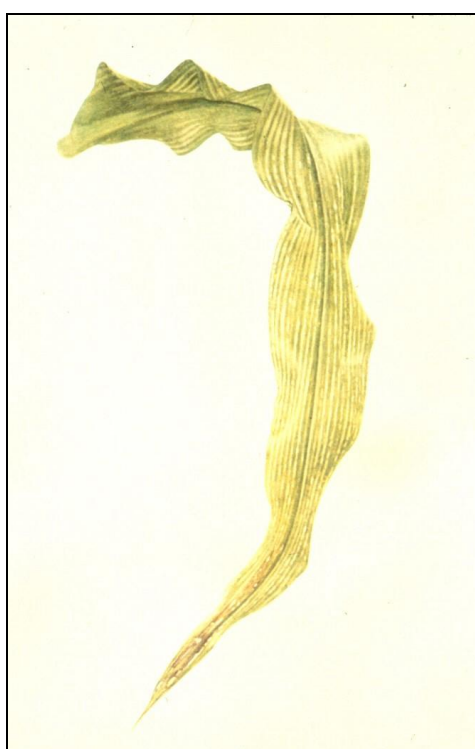
Fosfaatgebrek



Stikstofgebrek



Kaligebrek



Magnesiumgebrek

10 Oogst

10.1	Oogsttijdstip	136
10.1.1	Maximale voederwaardeopbrengst	137
10.1.2	Minimale inkuilverliezen	138
10.1.3	Maximale voederwaardebenutting	138
10.1.4	Risico oogstbaarheid	139
10.1.5	Rassenkeuze	139
10.2	De maïsoogstwijzer	140
10.2.1	Bepaling oogsttijdstip	140
10.2.2	Inschatting drogestofgehalte van snijmaïs	143
10.3	Oogstmethoden	145
10.3.1	Stoppellengte	145
10.3.2	Hakselkwaliteit	145
10.3.3	Korrelkneuzen	146

10 Oogst

Op veel bedrijven speelt snijmaïs een belangrijke rol als energiebron. Voor een optimale benutting in een rantsoen is het van groot belang om snijmaïs op het juiste tijdstip en op de juiste wijze te oogsten. In dit hoofdstuk gaan we in op de factoren die van invloed zijn op het oogsttijdstip, op welke manier men het oogsttijdstip kan bepalen en op de oogstmethode.

10.1 Oogsttijdstip

Het optimale oogsttijdstip van snijmaïs is het moment waarop het gewas de maximaal benutbare voederwaarde-opbrengst bereikt. In theorie wordt dat bereikt bij een combinatie van de maximale voederwaarde-opbrengst op het veld, minimale inkuilverliezen in de kuil en de hoogste benutting door het vee. In de praktijk hoeven deze factoren niet op hetzelfde moment of bij hetzelfde drogestofgehalte te vallen. Het beste oogstmoment is een compromis. Het rastype heeft hierop geen invloed (zie ook paragraaf 10.1.4). Het beste compromis wordt bereikt als de snijmaïs een drogestofgehalte heeft van 36 % op het veld. De kolf heeft dan een drogestofgehalte tussen 55 à 60 % en het gewas tussen 24 en 27%. Dit drogestofgehalte van het gewas wordt veelal gerealiseerd als de helft tot een kwart van de bladeren nog groen zijn. Tot slot hebben ook de oogstbaarheid (stengelrot en legering) en de berijdbaarheid van het perceel invloed op het optimale oogsttijdstip.



Steeds vroegere oogst door vroegere rassen

10.1.1 Maximale voederwaardeopbrengst

Het drogestofgehalte waarbij de maximale voederwaarde-opbrengst op het veld wordt gerealiseerd ligt afhankelijk van het jaar tussen 34 en 40% drogestof. In jaren met gunstige groeicondities is dit bij een hoger drogestofgehalte en vroeger in het jaar dan in jaren met minder gunstige groeicondities. De voederwaarde opbrengst is een resultante van de drogestof opbrengst en de verteerbaarheid (VEM per kg droge stof).

Drogestof opbrengst

Het tijdstip waarop de maximale drogestof opbrengst wordt bereikt is afhankelijk van de conditie van het blad, de temperatuur en de instraling (intensiteit en daglengte). De temperatuur en de instraling zijn uit te drukken naar tijdstip in het jaar. Begin september is de gemiddelde temperatuur en instraling hoger dan bijvoorbeeld begin oktober. De conditie van het blad is aan te geven met het aantal groene bladeren. De omstandigheden waarbij nog een toename van de drogestof plaatsvindt wordt aangegeven in onderstaande tabel 10.1.

Tabel 10.1 Tijdstip in het jaar en conditie van het blad waarbij nog productie plaatsvindt

Tijdstip	Aantal bladeren meer dan 50% groen
1 ^e helft september:	< 2 bladeren
2 ^e helft september:	< 3.5 bladeren
1 ^e helft oktober:	< 5 bladeren

Uit de tabel blijkt dat wanneer de eerste helft van september nog 2 bladeren voor meer dan de helft groen zijn, dus al een behoorlijk dood gewas, de drogestof opbrengst nog steeds toeneemt. In een gemiddeld jaar bedraagt de droge stoftoename van een gezond gewas met voldoende groene bladeren eind augustus circa 120 kg droge stof per dag. Eind september bedraagt deze nog circa 20 kg per dag. Na 10 oktober is er veelal sprake van een afname van de drogestof opbrengst, doordat de assimilatie overdag de verademing gedurende de nacht niet meer compenseert. Dit is extremer naarmate er meer groen blad is.

Verteerbaarheid

De verteerbaarheid van snijmaïs wordt voornamelijk bepaald door het zetmeelgehalte, het celwandgehalte en de verteerbaarheid van de celwanden. Tijdens de afrijping verandert de samenstelling van de maïs en daarmee de verteerbaarheid. De verteerbaarheid van stengel en blad (restplant) neemt af en die van de kolf neemt toe. Ten eerste door de omzetting van koolhydraten uit stengel en blad (suiker) naar zetmeel in de kolf. Het suikergehalte neemt af en de hoeveelheid zetmeel in de snijmaïs neemt toe. Door toename van het zetmeelgehalte neemt ook het celwandgehalte af. Ten tweede door de afname van de verteerbaarheid van de celwanden van de restplant.

Onder gunstige omstandigheden zal de zetmeelaanwas het verlies aan celwandverteerbaarheid meer dan compenseren. De verteerbaarheid gehele plant zal dan toenemen. Onder minder gunstige omstandigheden zal de zetmeelaanwas het verlies aan celwandverteerbaarheid niet kunnen compenseren en de totale verteerbaarheid zal dan iets afnemen. Gemiddeld over de jaren blijft de verteerbaarheid in het afrijpingstraject constant. Daar zeer vroege rassen vroeger in het seizoen, dus onder gunstige omstandigheden, al een bepaald drogestofgehalte halen, zal de kans op toename van de verteerbaarheid gehele plant bij deze rassen het grootst zijn.

Ook de samenstelling van het zetmeel verandert tijdens de afrijping. Het gehalte aan bestendig zetmeel neemt toe. Bestendig zetmeel wordt niet in de pens afgebroken, maar komt in de darm terecht wordt daar benut. Meer hierover in paragraaf 10.1.3 en hoofdstuk Voeding.

10.1.2 Minimale inkuilverliezen

Het geoogste product moet goed conserveerbaar zijn. Dat betekent minimale inkuilverliezen en minimale kans op broei. Inkuilverliezen bestaan uit perssap- en conserveringsverliezen. Bij een drogestofgehalte boven de 32% treden geen perssapverliezen meer op. De conserveringsverliezen zijn het laagst bij een drogestofgehalte tussen 33 en 39% (zie ook paragraaf 11.2). Bij een drogestofgehalte boven 36% neemt de kans op broei en schimmels tijdens het voeren van de kuil toe. Goed kuilmanagement kan de kans hierop aanzienlijk verminderen. Dit houdt in een korte haksellengte (6-8 mm), laagsgewijs verdichten, snel luchtdicht afwerken en eventueel toepassen van een broeibestrijdingsmiddel. Afhankelijk van de ervaringen met broei op een bedrijf kan gekozen worden voor een drogestofgehalte bij de oogst van 32-36%.

In extreme situaties, waarbij de maïs een onvoldoende hoog drogestofgehalte kan bereiken, is het noodzakelijk in ieder geval te streven naar een drogestofgehalte van 28%. De inkuilverliezen blijven dan beperkt tot 10%.



Optimaal oogststadium ligt bij 36% drogestof

10.1.3 Maximale voederwaardebenutting

Uit voederproeven (Wageningen UR Livestock Reserach 2005) bleek dat de benutting door hoogproductieve koeien hoger is bij een drogestofgehalte van 36% in vergelijking met 30%. Bij 36% is zowel het zetmeelgehalte als de bestendigheid van het zetmeel hoger. Bestendig zetmeel wordt niet

in de pens afgebroken, maar kan op darmniveau door de koe benut worden (zie hoofdstuk 12). Dit geeft een betere benutting en heeft bij hoogproductieve koeien een gunstig effect op de melkproductie. Verderop in de lactatie geeft bestendig zetmeel doorgaans dalende productie en toenemende kans op vervetting. Na de mid- en eindfase van de lactatie moet de hoeveelheid bestendig zetmeel in het rantsoen dan ook geleidelijk afnemen en afhangen van het productieniveau en de conditie van de koeien.

Voorwaarde voor het goed kunnen benutten van veel bestendig zetmeel is dat de pens goed functioneert.

Celwanden worden in de pens afgebroken en dragen zodoende bij aan voldoende energie op pensniveau. Een hoge celwandverteerbaarheid is daarom ook heel belangrijk, voor een goede benutting van de hele plant.

Door een later oogsttijdstip neemt de hardheid van de korrel toe en daarmee de afbreekbaarheid af. De korrelkneuzer moet daarom altijd gebruikt worden. De korrel moet in minimaal 4 delen worden gekneusd om maximale benutting van de korrel mogelijk te maken.

10.1.4 Risico oogstbaarheid

Op basis van de maximaal benutbare voederwaarde opbrengst ligt het optimale oogsttijdstip tussen bij 36% drogestof. Er zijn echter andere factoren die het noodzakelijk maken hier van af te wijken. Naarmate het drogestofgehalte van het gewas toeneemt, groeit de kans op stengelrot (fusarium). Doordat stengelrot de stengelvoet aantast, worden voedingsstromen in de plant belemmerd en sterft de plant af. Het drogestofgehalte van de plant neemt sterk toe en de voederwaarde wordt negatief beïnvloed. Tevens worden de suikers in de plant verbruikt door de fusariumschimmel, wat een negatief effect heeft op de inkuilbaarheid. Daarnaast veroorzaakt stengelrot een grotere kans op legering. Een gewas kan daarnaast ook legeren door gebrek aan stevigheid. Legering door vergroot de kans op opbrengstderving en grond in de kuil.

Een laatste factor die het oogsttijdstip beïnvloed is de berijdbaarheid van de grond, waardoor het moeilijk wordt het gewas te oogsten. Is er kans op stengelrot, gebrek aan stevigheid of een slechte berijdbaarheid dan moet ongeacht opbrengst, drogestofgehalte of kwaliteit zo snel mogelijk worden geoogst.

10.1.5 Rassenkeuze

Vroege rassen verkleinen het risico van een laag drogestofgehalte bij een groeiseizoen met lage gemiddelde temperaturen. Meestal zal een zeer vroeg ras de hoogste productie en een drogestofgehalte van 36 % vóór 1 oktober bereiken. Ook in een koud jaar of bij late zaai bereiken rassen uit de zeer vroege groep vóór 10 oktober een voldoende hoog drogestofgehalte (zie hoofdstuk Rassenkeuze). Gemiddeld zijn de drogestofgehalten van de vroege rassen en de middenvroge rassen respectievelijk 4% en 8% lager dan die van rassen uit de zeer vroege groep. Onder gemiddelde omstandigheden zullen de middenvroge rassen van de Aanbevelende Rassenlijst vóór 10 oktober oogstrijp zijn.

Uit onderzoek in 2003 en 2004 met verschillende tegengestelde rastypen (vroeg/laat, staygreen/drydown en veel zetmeel/hoge celwandverteerbaarheid) is gebleken dat de maximale voederwaardeopbrengst bij alle rastypen werd bereikt bij hetzelfde droge stofgehalte. Dit betekent dat er geen verschil in optimaal oogststadium is tussen de verschillende rastypen. Daarnaast is gekeken naar de afrijpingssnelheid gedurende het traject van 24 tot 40% drogestof. Hieruit bleek dat ook dit voor alle rastypen praktisch gelijk was. Met andere woorden er is geen verschil in

oogstelasticiteit (tijd die men heeft om de maïs rond het optimale oogststadium te oogsten) tussen de rastypen.

10.2 De maïs oogstwijzer

Op basis van de informatie uit paragraaf 10.1 is de maïs oogstwijzer ontwikkeld. Het is een beslismodel waarmee op basis van de eigen bedrijfsomstandigheden het optimale oogsttijdstip van de snijmaïs bepaald kan worden. Hierbij is de bepaling van het drogestofgehalte essentieel (zie 10.2.2). Begin de laatste week augustus en realiseer je dat de loonwerker niet direct oproepbaar is en dat het drogestofgehalte gemiddeld met 2-3% per week toeneemt. In extreme situaties, zoals bij warm zonnig weer én een behoorlijke stengelrotaantasting kan dit zelfs oplopen tot 6% per week. Is het bewolkt koud weer, dan kan de toename slechts 1% per week bedragen.

10.2.1 Bepaling oogsttijdstip

De Maïs oogstwijzer is weergegeven in figuur 10.1. Vanuit **START** geeft het rode blok de directe weg aan tot de oogst, waarbij we vóór 10 oktober bij geringe kans op broei streven naar een drogestofgehalte van 36% (maximaal benutbare voederwaarde-opbrengst) en met broeirisico's naar minimaal 32% (geen perssapverliezen). De overige blokken geven uitzonderingssituaties of keuzemogelijkheden weer.

Na 10 oktober

Wanneer het na 10 oktober is betekent dit, omdat men laatste week augustus gestart is, dat er al diverse keren beoordeeld is of het drogestofgehalte hoger is dan 32% en dat dit telkens nog niet het geval was. Na 10 oktober moet men bij een drogestofgehalte van 28% of hoger in principe altijd oogsten. Om de inkuilverliezen te beperken tot maximaal 10% moet men zich richten op minimaal 28% drogestof. Is dit nog niet bereikt en er is geen risico op slechte oogst- of berijdbaarheid dan kan men 1 week later weer kijken. Dit gaat wel ten koste van de voederwaarde opbrengst.

Vóór 10 oktober en drogestofgehalte lager dan 32%

Hierbij zijn twee bijzondere situaties mogelijk. Situatie 1 is dat een harddeegrijpe korrel wordt gecombineerd met nog een heel groen gewas. In deze situatie moet gewacht worden met oogsten totdat het gewas iets begint te verkleuren omdat er anders te veel perssapverliezen zullen ontstaan. Situatie 2 is dat een dood gewas (maximale productie – aantal bladeren meer dan 50% groen) wordt gecombineerd met een zachte korrel. Dit kan bijvoorbeeld veroorzaakt zijn door droogte of vorstschade. In deze situatie moet men wachten met oogsten tot 28% drogestof is bereikt. Is er geen extreem verschil in rijpheid van plant en korrel dan moet men alleen nog oogsten indien er oogstbaarheids- en berijdbaarheidsrisico's zijn, anders moet men na een week het gewas opnieuw beoordelen.

Vóór 10 oktober en drogestofgehalte tussen 32 en 36%

Het gewas is in principe oogstrijp en de kans op perssapverliezen bij conservering zijn minimaal. Voor een hogere voederwaarde opbrengst en benutting kan men zich nog richten op 36% drogestof. Indien er de laatste jaren vaak broei is opgetreden op het bedrijf dan geen risico nemen en de maïs oogsten. Is er weinig kans op broei dan kan men naar het blok rechtsonder, waar beoordeeld kan worden of de maximale voederwaarde opbrengst al is bereikt. Is dit niet het geval dan kan men afhankelijk van oogst- en berijdbaarheidsrisico's oogsten of 1 week later opnieuw beoordelen. Is maximale opbrengst wel bereikt maar men wil een wat lagere bestendig zetmeelgehalte met men

oogsten. Anders moet men nog wachten en afhankelijk van de risico's een week later opnieuw beoordelen tot dat een drogestofgehalte van 36% bereikt is. Bij oogst altijd een korrelkneuzer gebruiken die zodanig is afgesteld dat de korrels minimaal in 4 delen kapot wordt gemaakt.

Extreme omstandigheden

Er kunnen zich situaties voordoen waardoor het gangbare afrijpingspatroon ingrijpend wordt beïnvloed. Dit is onder andere het geval bij droogte en nachtvorst tijdens de afrijping. Droogte heeft een belangrijke invloed op het drogestofgehalte van snijmaïs. Droogte voor de bloei remt de loofontwikkeling. Als er vervolgens tijdens en na de bloei voldoende vocht beschikbaar is ontwikkelt de kolf zich normaal. In dat geval is er sprake van een normaal afrijpingspatroon. Droogte tijdens de bloei heeft tot gevolg dat er een slechte korrelzetting plaatsvindt. Droogte na de bloei veroorzaakt een slechte korrelvulling. Dit heeft tot gevolg dat het kolfaandeel van verdroogde gewassen veel lager is dan dat van gewassen die voldoende vocht ter beschikking hebben. Daar het kolfaandeel van grote invloed is op het drogestofgehalte van het gewas bij de oogst, hebben gewassen met een laag kolfaandeel vaak een lager drogestofgehalte. Het drogestofgehalte van verdroogde maïs wordt daarom meestal overschat.

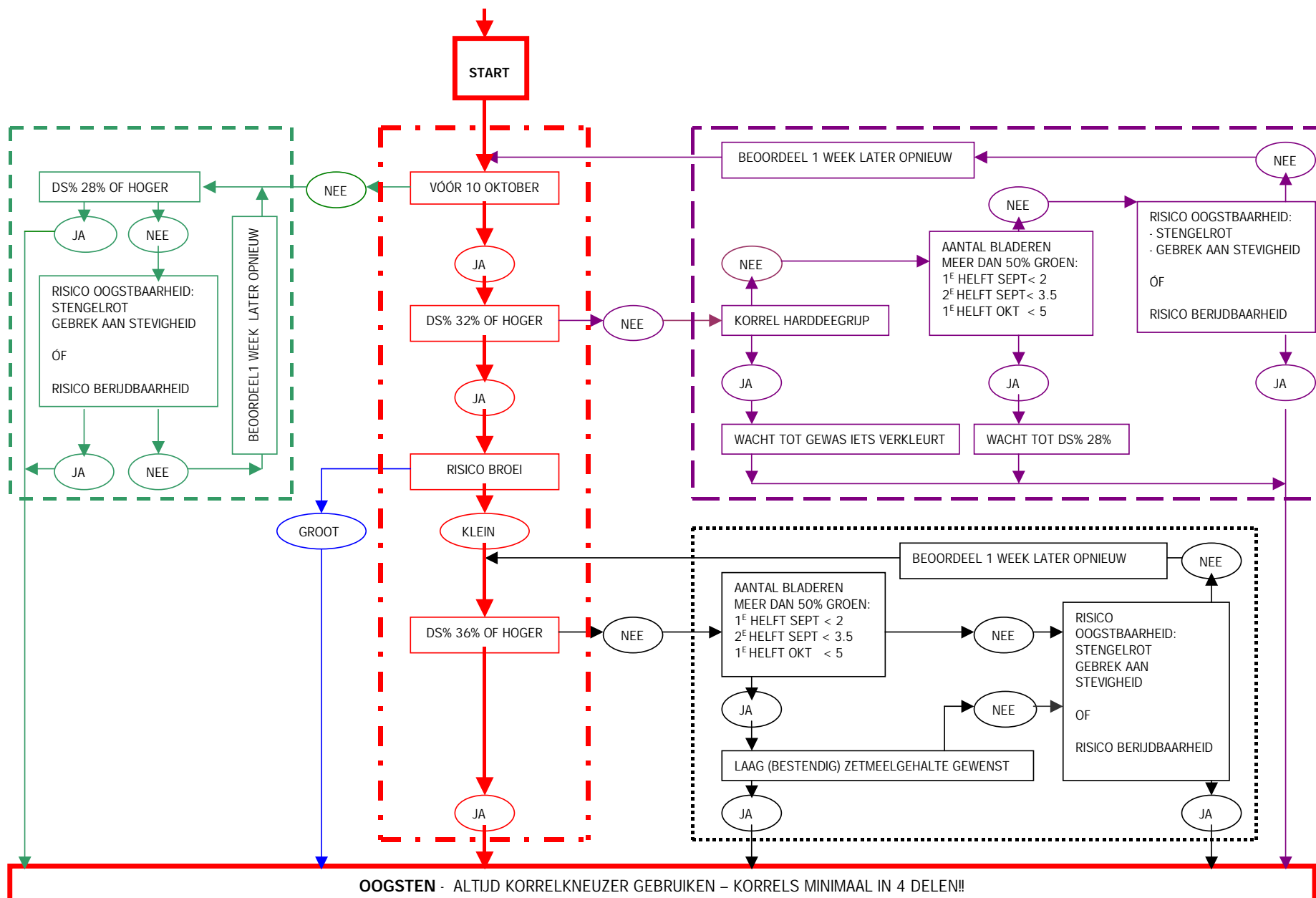
Ook bij verdroogde maïs moet er in principe gewacht worden met oogsten tot het gewas een drogestofgehalte van tenminste 28 % bereikt heeft. Is het gewas echter door stengelrot aangetast dan moet toch tijdig geoogst worden ook al is het drogestofgehalte laag omdat de risico's van legering te groot zijn.

Bij vroeg in de herfst optredende nachtvorst kan het proces van afrijping abrupt worden afgebroken. Doordat de cellen kapot vriezen vindt er geen transport van water en koolhydraten in de plant meer plaats waardoor het gewas zeer langzaam indroogt. Bevroren gewassen zijn bovendien gevoelig voor stengelrotaantasting en kunnen dan ook maar beter, afhankelijk van mate van vorstschade en tijdstip waarop deze optreedt, zo snel mogelijk worden geoogst.



Verdroogde maïs heeft vaak een lager ds-gehalte

Figuur 10.1 Oogstwijzer snijmaïs



10.2.2 Inschatting drogestofgehalte van snijmaïs

Voor de keuze van het juiste oogstmoment is de inschatting van het drogestofgehalte van groot belang.

Het drogestofgehalte van de hele plant wordt bepaald door het kolfaandeel, het drogestofgehalte van stengel en blad en het drogestofgehalte van de kolf.

Het kolfaandeel

Het kolfaandeel is het aandeel van de kolf in de drogestof. Bij de inschatting van het kolfaandeel moet gelet worden op de groei- en gewasomstandigheden. Deze worden bepaald door enerzijds de groeiomstandigheden (weer, grondsoort en plantdichtheid) en anderzijds door de gewasomstandigheden (massaliteit van het gewas en grootte van de kolf). In onderstaande tabel 10.2 wordt de vertaling van omstandigheden naar kolfaandeel gemaakt.

Tabel 10.2 Schatting kolfaandeel

Groei- en gewasomstandigheden	Kolfaandeel op ds-basis
Slechte groei-omstandigheden, hoge plantdichtheid. Massaal gewas met kleine kolf.	40% of lager
Normale groei-omstandigheden, normale plantdichtheid. Massaal gewas met grote kolf of minder massaal gewas met normale kolf.	50%
Goede groei-omstandigheden, lagere plantdichtheid. Minder massaal gewas met grote kolf.	60%

Het drogestofgehalte van stengel en blad

Bij de bepaling van het drogestofgehalte van stengel en blad is de verkleuring van het blad en de sapstroom in de stengel bepalend. Om de mate van activiteit van de sapstroom te bepalen, moet men een aantal stengels doorsnijden en het snijvlak samenknijpen. De verkleuring van het blad kan worden uitgedrukt in aantal bladeren dat nog voor meer dan 50% groen is. In tabel 10.3 worden de relatie tussen hoedanigheid van de stengel en blad en het drogestofgehalte gegeven

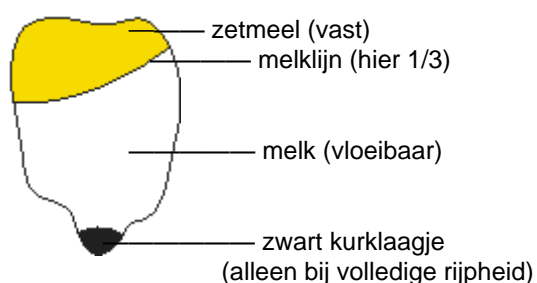
Tabel 10.3 Schatting drogestofgehalte van stengel en blad

Hoedanigheid van blad en stengel	Drogestofgehalte stengel en blad
Gehele plant nog groen en er loopt vocht uit de stengel	18%
Plant $\frac{3}{4}$ groen en stengels zijn nog vochtig	21%
Plant half groen en stengel praktisch droog	24%
Plant $\frac{1}{4}$ groen en stengel geheel droog	27%
Plant geen groene delen meer (gewas lijkt geheel dood) ¹⁾	30%

¹⁾ Indien plant al langer dood is droogt deze verder in tot 33- 36% ds

Het drogestofgehalte van de kolf

Het drogestofgehalte van de kolf is te schatten op grond van de melklijn in de korrels. De melklijn is de scheiding tussen het vaste zetmeel en het melkgedeelte (zie figuur 10.2). De melklijn kan het beste beoordeeld worden aan een korrel die afkomstig is uit het midden van de kolf en die in de lengterichting is doorgesneden. In tabel 10.4 staan de verschillende rijpheidsstadia en de bijbehorende drogestofgehalten van de kolf aangegeven

Figuur 10.2 Melklijn in de korrel**Tabel 10.4** Rijpingsstadia van maïskolven

Stadium	Melklijn in de korrel	Kenmerk	Droge stof Van de kolf
Melkrijp		korrel is witgeel, veel spanning in korrel, inhoud lijkt op melk	35%
zachtdeegrijp		korrel is geel, inhoud gedeeltelijk deegachtig, spuit nog bij indrukken met nagel	40%
zachtdeegrijp tot deegrijp		korrel is donkerder geel, nog voor de helft vochtig aan spilzijde, andere helft inhoud is stevig	45%
Deegrijp		donkergele korrel, nog vochtig aan spilzijde, rest van inhoud is stevig	50%
Harddeegrijp		donkergele korrel, inhoud is stevig, moeilijk met nagel in te drukken en er komt geen vocht meer uit, bovenkant korrel is glazig of hoornig en begint in te deuken.	55%
volledig rijp		Harde korrel, niet meer met nagel in te drukken, de glazige gedeelten zijn zo hard als hoorn. Zwart kurklaagje onder aan de korrel.	60%

Combineer en bepaal het drogestofgehalte totale plant

In onderstaande tabel 10.5 kan het drogestofgehalte van de hele plant afgelezen worden aan de hand van de gevonden waarden voor kolfaandeel, drogestofgehalte stengel en blad en drogestofgehalte kolf.

Tabel 10.5 Schatting drogestofgehalte (%) van de totale plant

Geschatte kolfaandeel op ds-basis (%):						40					50					60				
Drogestofgehalte stengel en blad (%):						18	21	24	27	30	18	21	24	27	30	18	21	24	27	30
Drogestofgehalte kolf (%)																				
35						22	25	27	30	32	24	26	28	30	32	25	28	30	31	33
40						23	26	29	31	33	25	28	30	32	34	27	29	32	34	35
45						24	27	30	32	35	26	29	31	34	36	28	31	33	36	38
50						24	27	30	33	36	26	30	32	35	38	29	32	35	37	39
55						25	28	31	34	37	27	30	33	36	39	30	33	36	39	41
60						25	28	32	35	38	28	31	34	37	40	31	34	38	40	43
65 ¹⁾						25	29	32	35	38	28	32	35	38	41	32	35	39	42	44

¹⁾ Nadat stadium volledig rijp (60% ds) bereikt is kan door indroging het ds-gehalte verder oplopen tot 65 of hoger. Bestendigheid van zetmeel neemt dan ook nog toe.

10.3 Oogstmethoden

De meeste maïs oogst men met zelfrijdende hakselaars, die voorheen meestal waren uitgerust met een rijafhankelijke maïs-voorzetsuk, afgestemd op een rijafstand van 75 cm. Tegenwoordig zijn de meeste hakselaars uitgerust met een rijonafhankelijk voorzetstuk. De aanschafprijs is wel wat hoger, maar de onderhoudskosten zijn veel lager en men is flexibeler wat betreft zaaimethode. Bij het openen van een perceel treedt minder verlies op en de zaairichting hoeft niet gevolgd te worden.

10.3.1 Stoppellengte

Afhankelijk van de vlakligging van het perceel is de optimale stoppellengete van snijmaïs 10-15 cm. Een kortere stoppellengete is niet gewenst vanwege de grotere hoeveelheid aanklevende grond. Dit verlaagt de voederwaarde en geeft extra slijtage aan de hakselaar. Stoppel en stengels hebben een hoger vochtgehalte dan de kolf en zijn minder goed verteerbaar. Hierdoor is het mogelijk om de opbrengst en de kwaliteit te beïnvloeden met de stoppellengete. Met iedere 10 cm extra stoppellengete stijgt de VEM-waarde met zes eenheden per kg droge stof en het drogestofgehalte met gemiddeld 0,6% (absoluut). Daar staat tegenover dat de drogestofopbrengst met circa 2,5% daalt. De totale voederwaardeopbrengst neemt met circa 2% af. Over het algemeen is daardoor verhoging van de stoppellengete een vrij dure methode om de voederwaarde te verhogen.

10.3.2 Hakselkwaliteit

De optimale haksellengete bedraagt 6-8 mm. Een grotere haksellengete draagt nauwelijks bij aan een betere structuurvoorziening voor de koe en beïnvloedt de opname nadelig. Bovendien geeft het grovere stukken (vooral spil) in de kuil. Hierdoor laat de kuil zich moeilijker vastrijden en na opening treedt er gemakkelijker lucht binnen. Een grotere kans op broei en schimmelvorming is het gevolg. Uit onderzoek van Wageningen UR Livestock Research is gebleken dat bij een haksellengete van 6 mm de dichtheid van de kuil gemiddeld 5-10 % hoger is dan bij een haksellengete van 15 mm. Onvoldoende scherpe messen en een slechte afstelling van de messen geven een onregelmatig gehakseld product. U kunt daarom het beste tijdens het hakselen een aantal keren de haksellengete

en hakselkwaliteit controleren op de kuil. De lengte kan men controleren door de lengte van een aantal haaks doorgesneden stengeldelen te meten. Een slechte hakselkwaliteit uit zich in eerste instantie in lange rafelige delen droge stengel- en schutbladeren.



Beoordeel de haksellengte tijdens het hakselen

10.3.3 Korrelkneuzen

Voor een goede benutting van de snijmaïs door rundvee moeten alle korrels zodanig kapot gemaakt zijn dat de stukjes niet groter zijn dan een kwart van de korrel (zie ook hoofdstuk Voeding). Dit beschadigen kan met een rollenkneuzer, door een geribde bodemplaat onder de messenkooi of slaglijsten op de messen.

De meeste zelfrijdende hakselaars zijn uitgerust met een rollenkneuzer. Deze is achter de hakselunit gemonteerd en bestaat uit twee tegen elkaar in draaiende geribde kneusrollen. Doordat de kneusrollen met verschillende snelheden draaien, worden de korrels hiertussen stukgewreven. De structuur van de overige plantdelen wordt door de kneusrollen weinig aangetast. De afstand tussen de beide rollen is instelbaar. Hiermee regelt men de intensiteit van het kneuzen. Om goed te kneuzen moet de korrelkneuzer ingesteld kunnen worden op een minimale afstand van 1 mm. Gebruik van een korrelkneuzer heeft gevolgen voor de capaciteit van de hakselaar. Doordat een in gebruik zijnde korrelkneuzer ongeveer 7,5 kW per rij extra vermogen vraagt, daalt de capaciteit bij een gelijkblijvend aandrijfvermogen. Bij de moderne zelfrijdende hakselaar is de korrelkneuzer vanuit de cabine in te stellen.

11	Opslag en bewaring	
11.1	Inkuilproces	148
11.2	Inkuilverliezen	150
11.3	Opslag.....	151
11.4	Aanleggen kuil	152
11.5	Afdekken snijmaïskuil	153
11.6	Dichtheid (m ³ -gewicht)	154
11.7	Broei en schimmelvorming	155
11.8	Verontreinigingen.....	157
11.9	Gemengd inkuilen	160

11 Opslag en bewaring

In dit hoofdstuk gaat de aandacht uit naar het inkuilproces en de inkuilverliezen. Ook broei, schimmelvorming en enkele verontreinigingen worden behandeld. Als laatste komen gemengd inkuilen en overkuilen van maïs nog aan de orde.

11.1 Inkuilproces

Bij het inkuilen van maïs wordt het luchtdicht afgedekt en ontstaat een anaërobe (zonder zuurstof) fermentatie. Tijdens deze fermentatie is er een snelle ontwikkeling van melkzuurbacteriën. Deze bacteriën zijn van nature aanwezig. De pH daalt daarbij zo snel dat schadelijke boterzuur- en rottingsbacteriën geen kans krijgen. De kuil is dan stabiel. De pH in een normale snijmaïskuil ligt meestal tussen 4,0 en 4,2. Komt de melkzuurvorming om een of andere reden (bijvoorbeeld te lang lucht aanwezig) niet goed op gang, dan kunnen de schadelijke bacteriën zorgen voor een conservering die niet goed verloopt en er kunnen grote verliezen ontstaan. Bij het inkuilen moeten daarom alle maatregelen erop gericht zijn de melkzuurbacteriën in een gunstige concurrentiepositie te brengen ten opzichte van de ongewenste bacteriën.

Inkuilbaarheid snijmaïs

Snijmaïs is een product wat zich goed laat conserveren door:

- voldoende suiker en melkzuurbacteriën. Door het hakselen komen suikers beschikbaar voor de melkzuurbacteriën waardoor de pH in de kuil snel daalt tot 4,0-4,2;
- het lage eiwit- en mineralengehalte. Eiwit vertraagt de verzuring (bufferwerking). Producten met veel eiwit zoals jong gras, zijn daardoor moeilijker te conserveren;
- de betrekkelijke lage temperaturen in de herfst, waardoor boterzuurbacteriën minder actief zijn.

Snijmaïskuil bevat door de goede conservering heel weinig of geen boterzuur en de NH_3 -fractie is laag. Bij de analyse van ingekuilde snijmaïs wordt de NH_3 -fractie daarom ook niet bepaald.

Bij een goede wijze van inkuilen wordt in circa 2 weken voldoende melkzuur gevormd voor een stabiele kuil. De hoeveelheid melkzuur is mede afhankelijk van het drogestofgehalte, maar ligt meestal rond de 2% (in het product). Bij langzaam inkuilen (langer dan 1 dag) of na toetreden van lucht in de kuil stijgt de temperatuur in de kuil. Dit leidt tot meer azijnzuur en minder melkzuur. De conservering verloopt dan niet optimaal en het product wordt door de scherpere geur minder smakelijk voor het vee. Om de kuil voldoende te laten afkoelen verdient het de voorkeur om het 4 weken dicht te laten.



Snijmaïs laat zich goed conserveren

Gasvorming

Soms ontstaat kort na het afdekken van de maïskuil een sterke gasontwikkeling. Het plastic zeil kan daarbij zo bol komen te staan dat "aftappen" noodzakelijk is. Dit wordt veelal veroorzaakt door te vroeg geoogste maïs met nog veel groene plantdelen en een relatief laag drogestofgehalte. Ook wanneer maar een klein deel van de kuil dergelijke maïs bevat, bijvoorbeeld door schaduwwerking door houtwallen, kan al gasvorming ontstaan. Daarnaast wordt gasvorming bevordert door een zware bemesting en broei als gevolg van te langzaam inkuilen. Door de minder goede conservering ontstaat er extra koolzuur en waterstofgas, terwijl het nitraat (afkomstig uit de groene plantendelen) wordt afgebroken tot nitriet en andere stikstofverbindingen. Dit gasmengsel (nitreuze dampen) is geel/bruin van kleur en erg giftig. Bij inademen of contact met de huid kan er longbeschadiging respectievelijk huidbeschadiging (verbranding) optreden.

Wanneer een sterke gasontwikkeling in een kuil ontstaat, maak dan het plastic aan de zijkanten los en laat het gas ontsnappen. Omdat het een zwaar gas is, stroomt het over het grondvlak weg. Wanneer dit gas in aanraking komt met planten, kan verbranding (geelverkleuring) optreden. Hiermee dient

rekening te worden gehouden bij de keuze van de plaats om af te tappen. Kort na het aftappen moet men de kuil weer luchtdicht afdekken. Soms is herhaling nodig.

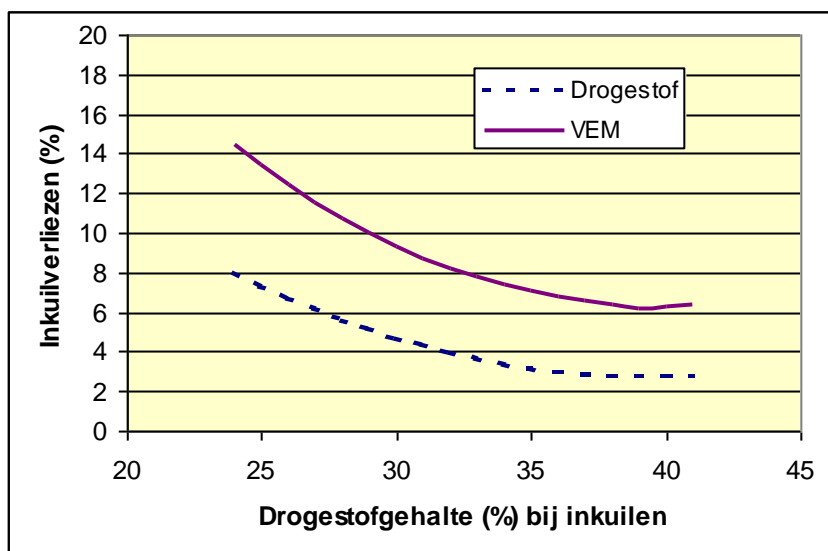
Snijmaïskuilen met een sterke gasontwikkeling leveren geen gevaar op voor het vee bij de vervoeding. Ook de kwaliteit van deze snijmaïs wordt weinig of niet nadelig beïnvloed. De zijanten van dergelijke kuilen zijn vaak oranje/bruin verkleurd. Gasvorming kan men voorkomen door de snijmaïs normaal te bemesten, op het juiste tijdstip te oogsten en snel en zorgvuldig in te kuilen.

11.2 Inkuilverliezen

Verliezen in de kuil ontstaan door ademhaling van de maïs in de beginfase van het conserveringsproces en door omzettingen van koolhydraten en eiwitten in organische zuren en ammoniak. Daarnaast kunnen bij vochtig snijmaïs (minder dan 32% droge stof) verliezen optreden via het perssap. Bij voldoende droge snijmaïs zijn ook de verliezen door omzettingen beperkt zijn. Er is dan minder melkzuur nodig om een goed geconserveerde kuil te krijgen dan bij nattere maïs. Het drogestofgehalte van de snijmaïs bij het inkuilen is vooral bepalend voor de omvang van de verliezen (figuur 11.1). Uit onderzoek van de Wageningen UR Livestock Research en Praktijkonderzoek Plant en Omgeving in 2003 en 2004 bleek dat er geen verschil was tussen de verschillende rastypen. De verliezen gelden bij een goede wijze van inkuilen en bewaren. Is dit niet het geval, dan kunnen de verliezen sterk stijgen door het optreden van broei, schimmel en rotting.

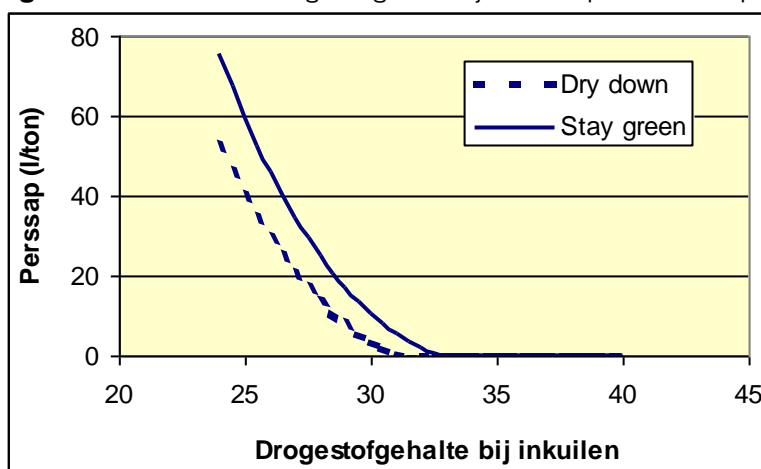
Bij de verliezen kan er onderscheid worden gemaakt tussen verliezen aan drogestof en voederwaarde (VEM). De VEM-verliezen zijn altijd hoger dan de drogestofverliezen, met name bij vochtig snijmaïs. Dit komt doordat bij het gistingproces en met het perssap de best verteerbare stoffen het eerst verloren gaan. Daardoor daalt de verteerbaarheid van de droge stof en dus ook de VEM-waarde van het geconserveerde product.

Figuur 11.1 Relatie inkuilverliezen en droge stofgehalte bij inkuilen



Uit genoemd inkuilonderzoek bleek dat er wel een verschil was in perssapverliezen tussen de stay green en dry down typen (zie figuur 11.2). De perssapgrens (het drogestofgehalte waarboven geen perssapverliezen meer optreden) lag bij de dry down typen op 31% en bij stay green typen op 32,5%. Ook kwam bij de stay green rassen meer perssap vrij wanneer de maïs onvoldoende droog werd ingekuuld. Bij 28% drogestof was de hoeveelheid perssap 14 en 25 l per ton voor resp. dry down en stay green typen. Dit komt bij een normale opbrengst van 15 ton drogestof per ha ongeveer overeen met 0,75 en 1,3 m³ per ha. De verschillen in perssap waren te klein om verschillen in voederwaardeverliezen te kunnen meten. Dit komt ment name door het lage drogestofgehalte van perssap. Toch is het zinvol voor de praktijk om perssap te voorkomen in verband met kans op slechtere opname en milieuproblematiek.

Figuur 11.2 Invloed van drogestofgehalte bij inkuilen op hoeveelheid perssap



11.3 Opslag

Bij de opslag van snijmaïs moet men in de eerste plaats zorgen voor een lucht- en waterdichte afsluiting. Daarnaast is een verharde (betonnen) ondergrond nodig om de snijmaïs schoon en gemakkelijk in de kuil te brengen en er weer uit te halen. Zowel rijkuilen als sleufsilos zijn prima geschikt voor de opslag.

Rijkuil of sleufsilos

Rijkuilen en sleufsilos hebben beide voor- en nadelen. Bij rijkuilen zijn de investeringen voor verharding geringer. Daarnaast zijn plaats en afmetingen van rijkuilen minder definitief dan bij sleufsilos. Opslag in rijkuilen vraagt echter meer oppervlakte en plastic. Bij opslag van meer dan ongeveer 60 ton droge stof snijmaïs zijn de jaarlijkse kosten van sleufsilos gelijk of lager dan van rijkuilen. Bij geringere hoeveelheden is een rijkuil op verharding doorgaans goedkoper. In sleufsilos is het kuilvoer beter (incl. zijanten) te verdichten waardoor de kuil iets minder broeigevoelig is dan een rijkuil. Het afdekken van sleufsilos vraagt vooral bij tussentijds bijvullen extra werk dan bij rijkuilen. Dit speelt echter bij snijmaïs nauwelijks een rol, omdat het meestal in één keer geoogst wordt.



Voor maïs heeft een sleufsilos de voorkeur

Afmetingen

De afmetingen van de rijkuil of sleufsilos hangen af van de voersnelheid die vereist is om de kans op broei en schimmel tot een minimum te beperken of te voorkomen. Bij het afdekken van het kuilvoer met een gronddek bedraagt de minimale voersnelheid 1,50 m per week, terwijl zonder gronddek een minimale voersnelheid van 2,00 m is vereist. Bij zelfvoeding is een voersnelheid van minimaal 1,25 m vereist. Het is dus belangrijk dat men vóór het inkuilen nagaat welke afmetingen van de rijkuil of sleufsilos passen bij de bedrijfssituatie. De gewenste afmetingen van de kuil of silo kunnen vrij goed berekend worden als de hoeveelheid snijmaïskuil per m³ bekend is (zie tabel 11.2).

Tegenwoordig wordt op veel bedrijven snijmaïs bijgevoerd in de zomer. De voersnelheid is dan vaak lager dan in de winter, terwijl de buitentemperatuur hoger is. Het advies is om voor bijvoeding in de zomer een aparte smallere kuil te maken of om in het voorjaar de resterende maïs over te kuilen en opnieuw te verdelen over de kuilverharding om zodoende een hogere voersnelheid te krijgen.

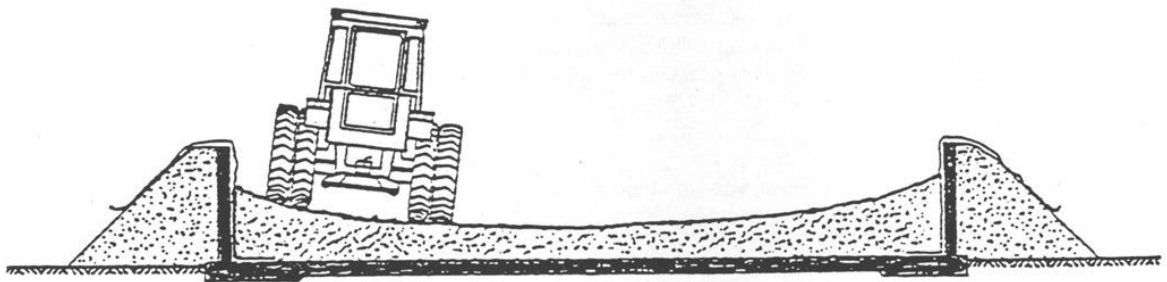
11.4 Aanleggen kuil

Om rijkuilen en sleufsilos te kunnen afdekken en de ruimte goed te benutten zodat een goed geconserveerd product wordt verkregen, zijn bij het inkuilen een aantal zaken van belang:

- Bij sleufsilos is het gewenst om stroken plastic langs de wanden aan te brengen (figuur 11.3) om een goede afdichting in de bovenhoeken te krijgen.
- De kuil opbouwen in dunne lagen en direct goed vastrijden geeft de beste verdichting. Shovel of zware trekker moeten continu blijven rijden.
- Maak de kuil in een zo kort mogelijke periode (maximaal 1 dag) en sluit de kuil direct luchtdicht af.
- Zet de rijkuil iets smaller op dan de uiteindelijke breedte. De kuil wordt door vastrijden altijd wat breder.

- Zet bij rijkuilen de zijanten schuin op om de kuil goed te kunnen afdekken. Bij rijkuilen zonder gronddek mag de zijkant steiler (circa 60 graden) zijn, dan bij rijkuilen met gronddek (circa 45 graden).
- Haal tijdens het opzetten van rijkuilen het losse product langs de zijanten steeds weg. Daarmee voorkomt u dat de kuil te veel wordt "uitgereden" en te breed wordt met te steile zijanten.
- Houd bij sleufsilos het kuilvoer langs de wanden altijd iets hoger dan in het midden, dus hol vullen (zie figuur 11.1). De kanten worden dan beter vastgereden en de kans op beschadiging van de wanden en folie door de trekker is kleiner.
- Sleufsilos moeten goed en gelijkmatig tot net boven de wanden worden gevuld om langs de wanden een goede lucht- en waterdicht afsluiting te kunnen maken.
- Werk rijkuilen en sleufsilos aan de bovenkant glad en rond af. Het plastic kan men dan strak over het kuilvoer spannen en er blijft geen water op de kuil staan.
- Werk de op- en afritten zoveel mogelijk weg. Dit bespaart ruimte en plastic.

Figuur 11.3 Het hol vullen van een sleufsilos



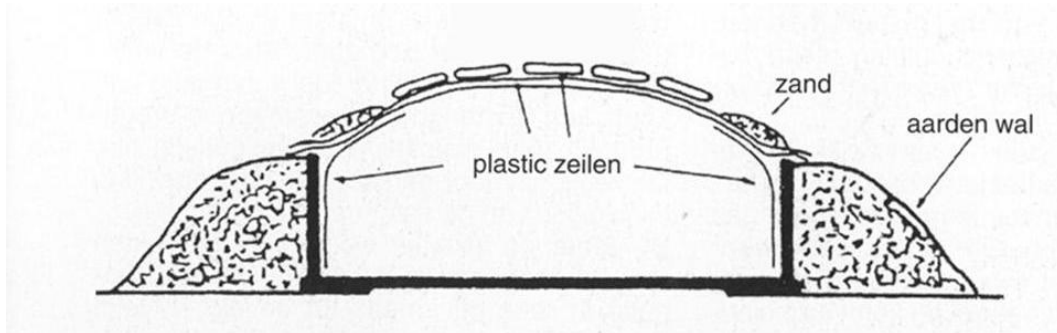
11.5 Afdekken snijmaïskuil

Met gronddek

Snijmaïs kan het beste afgedekt worden met een polyethyleen(PE) zeil van ongeveer 0,15 mm dik met daarop een gronddek van 10 - 15 cm. Het plastic zorgt voor de lucht- en waterdichte afsluiting. Het gronddek beschermt het plastic tegen beschadiging en verhoogt de dichtheid met name van de buitenkant van de kuil, waardoor de kans op broei bij het voeren minder is. De zijanten van de kuil dienen voldoende schuin opgezet te zijn om het plastic volledig met grond te kunnen bedekken.

Zonder gronddek

Bij het afdekken zonder gronddek moet men twee PE-folie's over elkaar leggen (figuur 11.4). Beide folie's moeten aan de zijanten apart vastgelegd worden met een kraag zand of zandslurven. Voor extra bescherming tegen bijvoorbeeld honden, katten, vogels, ongedierte en wind, kan men nog een speciaal beschermzeil over de PE-folie's aanbrengen. Belangrijk is dat de folie's strak over het kuilvoer blijven liggen en regelmatig op beschadigingen worden gecontroleerd. Eventueel kan men zandslurven of kunststofbanden (met zandzakken of spannen aan de sleufsilomuur) gebruiken om invloed van wind te beperken. Aardappelbijproducten als toplaag over de maïs kunnen een hulpmiddel zijn om extra druk te geven en broei te voorkomen.

Figuur 11.4 Wijze van afdekken van een sleufsilo met uitsluitend plastic

11.6 Dichtheid (m³-gewicht)

De dichtheid (in kg droge stof per m³) kan in snijmaïskuil sterk variëren onder invloed van onder andere stapelhoogte, afdekking, drogestofgehalte, haksellengte en mate van vast rijden. In tabel 11.1 zijn voor een aantal situaties, de sinds 1 januari 2007 aangepaste, m³-gewichten van snijmaïskuil weergegeven. De dichtheid is weergegeven als een gemiddelde van een kuil. Binnen een kuil is de dichtheid afhankelijk van de plek. Midden onderin is de dichtheid hoger dan aan de kanten. Met deze cijfers, het aantal dieren en de benodigde hoeveelheid snijmaïskuil per dier, zijn de gewenste afmetingen van de opslag redelijk te bepalen.

Tabel 11.1 Hoeveelheid snijmaïs (kg droge stof) per m³ van snijmaïskuil met gronddek

Stapelhoogte:	< 1,30 m		1,30 – 1,80 m		> 1,80 m	
Opslag in:	rijkuil	sleufsilo	rijkuil	sleufsilo	rijkuil	Sleufsilo
< 25% droge stof	210	220	220	235	235	245
25-30% droge stof	220	235	235	245	245	260
30-35% droge stof ²	235	245	245	260	260	270

¹ Bij opslag zonder gronddek is de dichtheid circa 5% lager

² Boven de 35% droge stof kan de dichtheid weer afnemen, met name bij kuilen zonder gronddek

Andere methoden van inkuilen

Slurven

Sinds een tiental jaren is het mogelijk om voer in plastic slurven in te kuilen. Dit gebeurt met een speciale machine die de gehakselde maïs in een langwerpige plastic worst perst. De doorsnee van de slurven is meestal circa 1,90 m. De kosten van dit systeem zijn flink hoger dan van rijkuilen of sleufsilo's. Het systeem is daarom alleen interessant bij lage voersnelheden (2- 3 ton/week) en wanneer er onvoldoende ruimte is voor een rijkuil.

Ronde balen

Tegenwoordig is het ook mogelijk om maïs in te kuilen in ronde balen. Een speciale machine maakt deze balen van gehakselde maïs en wikkelt deze in plastic folie. Dit systeem is echter nog duurder dan het inkuilen in slurven. Het systeem past men wel toe wanneer er zeer kleine porties worden gevoerd, bijvoorbeeld door schapen-, geiten- en paardenhouders. Een voordeel is dat ronde balen gemakkelijk zijn te transporteren.

11.7 Broei en schimmelvorming

In snijmaïskuil treedt gemakkelijk broei en schimmelvorming op. De oorzaak hiervan is lucht in het kuilvoer tijdens de bewaring en de vervoeding. Daardoor worden de diverse soorten bacteriën en schimmels weer actief en gaan zich vermeerderen. Dit leidt tot afbraak van voedingsstoffen en tot productie van warmte. De verliezen nemen toe naarmate de broei langer duurt en de temperatuur meer stijgt. In broeiend kuilvoer kunnen de verliezen aan voederwaarde 2-3% (20-30 VEM) per dag bedragen. Daarnaast wordt het product minder smakelijk. Een vermindering van de drogestofopname met 10-20% is mogelijk. Uit recent onderzoek van NIZO food research is bleek dat bij 50% van de kuilen waarvan gevoerd werd plekken voorkwamen met hoge aantallen sporen van boterzuurbacteriën (> 10.000 per gram voer). Geconcludeerd werd dat broei en schimmel als gevolg van luchttoetreding tijdens het bewaren en voeren hierbij een rol spelen.

Maatregelen tegen broei

Om broei en schimmelvorming in snijmaïskuil te voorkomen of te beperken dient men eerst de richtlijnen in acht te nemen die in de paragrafen 11.3 t/m 11.5 zijn vermeld. Tijdens het uithalen en voeren kan men daarnaast de volgende maatregelen nemen:

- Tijdens het uithalen voorkomen dat de lucht tussen het plasticzeil en het voer ver de kuil kan binnendringen. Door een rij zandslurven vlak achter het snijvlak te leggen kan dit worden voorkomen.
- Tijdens de vervoeding voor een glad snijvlak zorgen. Minstens tweemaal per week voer uit de kuil halen en de kuil (zeker in de winterperiode) zo mogelijk tussentijds afsluiten. In de zomerperiode kan de kuil beter open blijven. Dit voorkomt dat de temperatuur en de luchtvochtigheid achter het plastic (vooral bij zwart plastic) erg hoog worden (broeikaseffect).

Het gebruik van broeibestrijdingsmiddelen is meestal niet nodig als bovenstaande maatregelen in acht worden genomen. Alleen in bijzondere situaties zoals vervoederen van kleine hoeveelheden of bij zeer droge snijmaïs in de zomerperiode, kunnen broeibestrijdingsmiddelen zinvol zijn. De broeibestrijdingsmiddelen (meestal op basis van propionzuur) remmen de activiteit van de micro-organismen. De kans op broei kan men verkleinen door tijdens het hakselen van de laatste vrachten die over de kuil komen een middel toe te voegen of door een toplaagbehandeling met een gieter, voorzien van een sproeiboom. Bij toepassing tijdens het hakselen ligt de adviesdosering meestal rond de 3 tot 4 liter per ton en bij een toplaagbehandeling op 0,5-0,75 l per m². De kosten bedragen ongeveer € 5,- – € 7,50 per ton bij toepassing tijdens het oogsten of € 1,- – € 1,50 per m² bij behandeling van de bovenlaag van de kuil.

Wanneer er toch broei en schimmel in het kuilvoer optreedt dan kan men de volgende maatregelen overwegen:

- De broeiende kuil luchtdicht afsluiten en laten afkoelen en een andere kuil open maken. Men kan ook dezelfde kuil aan de andere kant openen.
- Het broeiende gedeelte (2-4 m) uit de kuil halen en apart inkulen (evt. met een broeibestrijdingsmiddel) en met het koelere gedeelte van de kuil verder gaan, dus een "herstart" maken.
- Bij kuilen met een te lage voersnelheid de gehele kuil openmaken en de bovenlaag van de kuil eraf halen, opnieuw inkulen en alles weer goed afdekken. Door de geringere hoogte van de kuil neemt de voersnelheid weer toe.



Onvoldoende dichtheid en te lage voersnelheid zijn vaak oorzaak van schimmelvorming

Bijzondere schimmels

Meestal ontstaat schimmelvorming aan de buitenkant van de kuil door toetreding van lucht. In snijmaïskuil ziet men soms ook schimmels met opvallende kleuren midden in een goed geconserveerde en bewaarde kuil. Het gaat hierbij om de schimmels *Penicillium roqueforti*, *Monascus ruber* en *Chrysosporium sitophila*.

Penicillium roqueforti

De *Penicillium roqueforti* vormt blauwgroene bollen met een doorsnede van 10-20 cm. De schimmelbollen komen vooral voor in het bovenste gedeelte (geringe dichtheid) van de kuil, maar niet in de buitenste laag van 0-15 cm (te koud). Deze schimmel kan bijna zonder zuurstof groeien en kan een gifstof vormen. Bij onderzoek in de praktijk is deze gifstof echter zelden aangetroffen. Over de groeiomstandigheden van deze schimmel is nog niet alles bekend. Wel blijkt dat de schimmel vooral voorkomt in kuilen met een lage voersnelheid. De indruk bestaat dat de schimmel als het ware "vooruit loopt" in de kuil en vooral groeit in de eerste 1 à 2 m achter het snijvlak. Tot nu toe hebben zich bij het voeren van dergelijk kuilvoer nog geen duidelijke problemen voorgedaan. Schimmelvorming leidt tot een minder smakelijk product met een lagere voederwaarde. Het is daarom raadzaam om de blauw/groene schimmelbollen eruit te halen en niet te vervoederen. Een goed vastgereden kuil, een luchtdichte bewaring en een ruime voersnelheid tijdens de vervoeding kan het optreden van deze schimmel beperken of zelfs geheel voorkomen.

Monascus ruber

De *Monascus ruber* vormt roodpaarse bollen in de snijmaïskuil. De schimmel groeit onder dezelfde omstandigheden in de kuil als de blauwgroene schimmel. De *Monascus* produceert vrijwel zeker geen gifstof en is dus niet direct schadelijk. Ook hier adviseren we de schimmelbollen te verwijderen bij het uithalen of het voeren, maar eerst zorgen voor een goede bewaring en voldoende voersnelheid.

Chrysonilia sitophila

De *Chrysonilia sitophila* is een oranjekeurige schimmel die vooral voorkomt op het snijvlak van de kuil of blokken kuilvoer waarin al enige broei zit. De schimmel groeit vooral bij hogere temperaturen (25-30 °C) en kan in enkele dagen zeer veel oranjekeurige sporen vormen. Deze explosieve groei leidt tot extra broei en snelle achteruitgang in kwaliteit (verrotting). De schimmel staat als niet giftig bekend.



Sommige schimmels hebben opvallende kleuren, zoals de Monascus ruber

11.8 Verontreinigingen

Naast broei en schimmels kunnen in maïskuilen verschillende andere verontreinigingen voorkomen, zoals zwarte nachtschade, builenbrand en mycotoxinen.

Zwarte nachtschade

Dit onkruid bevat de gifstoffen Solanine en Solasodine. Deze stoffen behoren tot de groep glycoalkaloïden. Uit de literatuur is bekend dat de hoeveelheid gifstof zeer sterk kan variëren (van circa 25-1100 mg per kg verse nachtschade) onder invloed van onder andere groeistadium en bemesting. De giftigheid neemt af in de volgorde van onrijpe bessen-bladeren-stengels-rijpe bessen. Als richtlijn kan worden aangehouden dat de toxische dosis (waarbij vergiftigingsverschijnselen optreden) voor melkkoeien ligt bij 1-3 gram Solanine plus Solasodine per dag en de lethale (dodelijke) dosis bij 2-6 gram per dag. Van Solasodine is ook bekend dat het abortus kan opwekken.

Nachtschade kan ook veel nitraat bevatten, tot zelfs 10% in de droge stof. De stengels zijn het meest nitraatrijk. Ook hier spelen bemesting en groeistadium een belangrijke rol. Problemen bij het voeren

kunnen dus zowel het gevolg zijn van Solanine/Solasodine als van nitraat. Voor percelen snijmaïs met vrij veel (globaal meer dan 5% van het totale verse product) nachtschade, kan men het risico van eventueel te veel gifstof beperken door:

- de snijmaïs vrij rijp (laat) te oogsten. Rijpe bessen bevatten veel minder gifstof dan onrijpe, groene bessen
- de nachtschade tussen de maïsrijen plat te trappen en de maïs op een grotere stoppellenlengte te hakselen;
- de partij gelijkmatig te mengen met snijmaïs waarin weinig of geen nachtschade voorkomt;
- de partij apart te houden en deze aan bepaalde diergroepen (oudere vleesstieren) of in kleine hoeveelheden te voeren;
- de maïs niet als snijmaïs te oogsten, maar zo mogelijk bestemmen voor MKS, CCM of korrelmaïs.

Door het inkuilen neemt de giftigheid weinig af. Alleen door weglopen van perssap (bij inkuilen van vochtige, onrijpe maïs) kan de giftigheid iets verminderen. Het oogsten van vrij rijpe maïs (minder gifstof in de bessen) is echter een betere maatregel.

Behalve het risico van vergiftiging is nachtschade ook nadelig voor de smakelijkheid van de snijmaïs.

Er zijn weinig onderzoeksgegevens over het voeren van snijmaïs met nachtschade. Het advies is echter om voorzichtig te zijn met het voeren van snijmaïs dat meer dan 10% nachtschade (op basis van het verse product) bevat. Met name jonge dieren zijn erg gevoelig voor vergiftiging.

Vergiftigingsverschijnselen treden vaak pas na lange tijd op. Het advies is daarom om verontreinigde maïs niet langer dan 15 dagen achter elkaar te voeren met tussenpozen van 15 dagen. Het is daarbij nodig om de dieren goed in de gaten te houden. Wanneer zich moeilijkheden met de spijsvertering of andere afwijkingen voordoen, moet men onmiddellijk stoppen met voeren van deze snijmaïs.

Vergiftigingsverschijnselen van Solanine/Solasodine zijn met name braken, koorts, diarree, productiedaling en verwerpen. De dieren worden slap, kortademig en gaan speeksel. Bij hogere doses treden maag-, darm-, en leverontsteking en bloedarmoede op. Tenslotte kan het centrale zenuwstelsel verlamd raken wat de dood tot gevolg kan hebben.

Kortom: een goede bestrijding van zwarte nachtschade is beslist aan te bevelen!

Builenbrand

Bij maïsplanten met een builenbrandaantasting op de kolf is het kolfaandeel gering. Dergelijke snijmaïs heeft daardoor een duidelijk lager drogestofgehalte. Bij 10% aangetaste planten is het drogestofgehalte 0,5-0,8% lager. De consequentie is dat de inkuilverliezen iets hoger zijn. Daarnaast kan het conserveringsproces ook iets minder goed verlopen door de ongunstige bacterie- en schimmelflora op het gewas. Het inkuilen en bewaren vraagt daarom bij sterk aangetaste snijmaïs extra aandacht. Het gebruik van een toevoegmiddel is echter niet nodig.

De sporen van de schimmel zijn niet giftig. Wel kunnen op de builen secundaire schimmels voorkomen die soms toxines vormen. Als vuistregel geldt dat verse vervoeding aan rundvee gevaarlijk kan zijn wanneer meer dan 30% van de planten aangetast is of wanneer de maïs meer dan tien gewichtsprocenten builen bevat. Dit laatste komt echter weinig voor. Na conservering van de maïs zijn er minder problemen te verwachten dan bij verse vervoeding. Door de conservering vermindert de giftigheid. Bij eventuele zwaardere aantastingen wordt geadviseerd wat later te oogsten. Hierdoor is de kans groter dat ten tijde van de oogst de builen reeds zijn open gebarsten, waardoor minder builweefsel in de kuil terechtkomt. Als het gewas tevens is aangetast door stengelrot moet men niet meer wachten met oogsten.

Uit diverse voederproeven met melk- en vleesvee is gebleken dat vervoeding van ingekuilde snijmaïs met veel builenbrand geen duidelijke problemen geeft voor diergezondheid, vruchtbaarheid,

melkproductie en –samenstelling. Ook werd de aangetaste maïs in het algemeen vrij goed opgenomen door rundvee.



Zwarte nachtschade in de maïs

Mycotoxinen

Mycotoxinen worden geproduceerd door schimmels. Globaal maken we onderscheid tussen veld- en opslagschimmels. De aanwezigheid van schimmels is afhankelijk van de omstandigheden. Bij veldschimmels spelen vooral weersomstandigheden (vocht en temperatuur), bodemwerking, bemesting en vruchtwisseling een rol, bij opslagschimmels vooral temperatuur, vochtigheid, tijd en conservering. In totaal zijn enkele honderden mycotoxinen bekend. Van de mycotoxinen die voor melkvee relevant zijn, komen deoxynivalenol (DON), zearalenon (ZEA) en roquefortine C het meest voor. DON komt vaak voor in granen en maïs. ZEA komt vaak voor in maïs, gras en diverse diervoedergrondstoffen. Beide mycotoxinen worden gevormd door fusariumschimmels tijdens de teelt van het gewas (veldschimmels) en zijn stabiel in kuilvoer. Snijmaïskuil is in de gangbare rantsoenen voor melkvee met gras en maïs waarschijnlijk een belangrijke bron van DON en ZEA. Roquefortine C wordt gevormd door *Penicillium roqueforti* tijdens de opslag (opslagschimmel). De overdracht van genoemde mycotoxinen van voer naar melk is bijzonder laag (0,03% of lager)

Over de stofwisseling en giftigheid van mycotoxinen in melkvee is nog relatief weinig bekend. DON wordt in belangrijke mate afgebroken in de pens. Bij melkvee zijn hiervan dan ook geen klinische effecten op de gezondheid of negatieve effecten op de voeropname en melkproductie te verwachten. ZEA wordt niet of nauwelijks in de pens afgebroken. Bij hoge belasting via het voer is een negatief effect op de vruchtbaarheid van melkvee niet onwaarschijnlijk. Over het effect van roquefortine C op melkvee bestaat nog onvoldoende kennis. In tabel 11.2 zijn de normen voor DON en ZEA in een rantsoen weergegeven die we op dit moment kennen voor rundvee in Nederland. De hoeveelheid die in een bepaald product mag zitten is dus mede afhankelijk van de gehalten in de overige producten van het rantsoen.

Bestrijding van DON en ZEA (en andere veldschimmels) dient via teeltmaatregelen te gebeuren, zoals onderploegen of verwijderen van stoppelresten. Bij maïs is nog niet aangetoond dat het kiezen van rassen met een hoge fusariumresistentie ook bijdraagt aan lagere gehalten aan DON en ZEA in het voer. Bestrijding van roquefortine C kan via de inkuilmethode en voermanagement.

Tabel 11.2 Normen voor mycotoxinen in het rantsoen (ppm)

	DON	ZEA
Kalveren	2	0,5
Melkvee	3	0,5
Vleesvee	5	-

Bron: Productschap Diervoeders

11.9 Gemengd inkuilen

Bij het inkuilen van snijmaïs worden soms gelijktijdig één of meer andere producten toegevoegd, zoals perspulp, aardappelpersvezels, aardappelen, bierbostel en gras. Dit gebeurt vooral omdat het arbeidstechnisch aantrekkelijk is. Men hoeft dan minder kuilen open te maken en ook minder kuilen tegelijk open te hebben bij het voeren. Daarnaast worden deze producten gebruikt als toplaag om de druk (dichtheid) te verhogen en luchtintreding te voorkomen tijdens het voeren (broei).

Voor de conservering van de snijmaïs is het toevoegen van een ander product zeker niet gunstig. Bij toevoegen van vochtige producten zoals bierbostel, komt perssap in de snijmaïs. Dit leidt tot iets hogere omzettingsverliezen bij de maïs. Door toevoegen van warme producten (onder andere perspulp en bierbostel) verloopt het conserveringsproces niet optimaal. Veelal ontstaat er dan minder melkzuur en meer azijnzuur. Voor de vochtige producten waarbij duidelijk perssap vrijkomt, kan gemengd inkuilen met een droger product, zoals rijpe snijmaïs, wel gunstig zijn. De verliezen door perssap zijn dan lager dan bij inkuilen van de afzonderlijke producten.

Bij gemengd inkuilen worden de producten meestal laagsgewijs ingekuuld. Dit betekent variatie in reuk en smaak en leidt soms tot selectie door het vee.

Overkuilen van snijmaïskuil

Elk jaar wordt heel wat snijmaïs uit de kuil gehaald, op een andere bedrijf weer ingekuuld en daarna vervoerd. Overkuilen van normale snijmaïs is goed mogelijk. De conservering en de kwaliteit verandert nauwelijks. Het extra verlies aan droge stof is bij vrij droge snijmaïs (boven 28% droge stof) gering en maximaal 2%. Bij vochtige snijmaïs (beneden 25% droge stof) kunnen de verliezen aan droge stof oplopen tot 3 á 4%. Deels worden deze verliezen veroorzaakt door weglopen van perssap. De voederwaarde (VEM en DVE) blijft nagenoeg gelijk. Belangrijk is dat het overkuilen snel gebeurt en dat de kuil weer goed wordt vastgereden. Duurt het overkuilen meerdere dagen, dan is er grote kans op broei en daarmee op extra verliezen. Zeer droge snijmaïs (boven 35% droge stof) is minder geschikt voor overkuilen, door de grotere kans op broei.

12 Voeding

12.1	Voederwaarde	162
12.1.1	Koolhydraten	162
12.1.2	Eiwit	164
12.1.3	Vet	165
12.1.4	Mineralen, sporenelementen en vitaminen	165
12.2	Opname van snijmaïs	166
12.3	Structuurwaarde en haksellengte	169
12.4	Snijmaïs in het rantsoen voor melkvee	171
12.4.1	Fasevoeding	171
12.4.2	Uitsluitend snijmaïs als ruwvoer	174
12.4.3	Snijmaïsbijvoeding tijdens weideperiode	175

12 Voeding

Snijmaïs is uitgegroeid tot het belangrijkste voedergewas na gras. Het succes van snijmaïs als voedergewas is mede te danken aan een hoge en constante voederwaarde (VEM) en snijmaïs past goed in een melkveerantsoen naast graslandproducten.

12.1 Voederwaarde

De voederwaarde van ruwvoer komt uit de verteerbare organische stof, die bestaat uit structurele koolhydraten en niet-structurele koolhydraten, eiwit en vetten. Bij de afbraak van de verteerbare organische stof in de pens en de darm komen nutriënten vrij die worden gebruikt voor de vorming van melkbestanddelen en de vorming van lichaamsreserves (tabel 12.1).

Tabel 12.1 Vorming van melkbestanddelen uit voer

Tabel 12.11 Vorming van melkbestanddelen uit voer				
Voerbestanddeel	Plaats van vertering		Soort nutriënt	Gebruikt voor melkbestanddeel
	Pens	Darm		
<i>Structurele koolhydraten</i>				
Cellulose	Azijnzuur	-	Ketogeen	Melkvet
Hemicellulose	Azijnzuur	-	Ketogeen	Melkvet
Pectine	Propionzuur	-	Glucogeen	Lactose
<i>Niet-structurele koolhydraten</i>				
Suikers	Boterzuur/propionzuur	-	Ketogeen/glucogeen	Melkvet/Lactose
Zetmeel	Propionzuur	Glucose	Glucogeen	Lactose
Fructosanen	Boterzuur	-	Ketogeen	Melkvet
Eiwit	Microbieel eiwit	Aminozuren	Aminogeen/glucogeen ¹	Eiwit/Lactose
Vet	Triglyceriden/Vetzuren	Triglyceriden/Vetzuren	Ketogeen	Melkvet

¹ Een deel van de aminozuren is glucogeen en kan worden omgezet in glucose

Voederwaardebepaling

De routinematige kuilanalyse van snijmaïs wordt uitgevoerd met de NIRS-techniek (NIRS = Nabije InfraRood Spectrofotometrie). Dit is een snelle en goedkope methode waarbij met infrarood licht de chemische samenstelling en de verteerbaarheid wordt bepaald. In de meeste gevallen voldoet deze methode uitstekend voor de praktijk, maar onder bijzondere omstandigheden, bijvoorbeeld wanneer door droogte de kolfzetting slecht is, is het beter om de voederwaardeanalyse op basis van de in-vitro verteerbaarheid te laten bepalen, omdat de NIRS-methode in die gevallen te onnauwkeurig is.

12.1.1 Koolhydraten

In snijmaïs zijn koolhydraten veruit de grootste leveranciers van energie (VEM) aan de koe. De koolhydraten verdelen we onder in structurele koolhydraten en niet-structurele koolhydraten. De structurele koolhydraten zijn vooral afkomstig van de celwandbestanddelen waaraan de plant zijn stevigheid ontleend. De celwanden maken ongeveer voor 40% deel uit van de verteerbare organische stof. De structurele koolhydraten die de meeste energie leveren zijn cellulose, hemi-cellulose en pectine. De niet-structurele koolhydraten bestaan uit zetmeel, suikers en fructosanen. De voornaamste structurele koolhydraten in snijmaïs zijn cellulose en hemi-celulose, afkomstig van het blad en de stengels. Cellulose en hemi-celulose worden grotendeels in de pens afgebroken en een deel verlaat onverteerd de koe. De afbraak van cellulose en hemi-celulose in de pens levert vooral

azijnzuur op, dat via de penswand in het bloed opgenomen wordt en dient als bouwstof voor de vorming van melkvet. Het gehalte aan structurele koolhydraten is af te leiden uit het ruwe celstofgehalte en de celwandfracties NDF, ADF en ADL. Het ruwe celstofgehalte geeft een indicatie van de hoeveelheid celwanden zonder onderscheid te maken tussen de celwandfracties. Met de celwandfracties NDF, ADF en ADL heeft men ook inzicht in de aard en de onderlinge verhouding van cellulose, hemicellulose en lignine (tabel 12.2). Er zijn echter nog geen behoeftenormen vastgesteld voor NDF, ADF en ADL.

Tabel 12.2 Samenstelling van NDF, ADF en ADL

NDF = Neutral Detergent Fibre	NDF = cellulose + lignine + hemicellulose
ADF = Acid Detergent Fibre	ADF = cellulose + lignine
ADL = Acid Detergent Lignin	ADL = lignine (onverteerbaar)

De belangrijkste niet-structurele koolhydraat in snijmaïs is zetmeel, afkomstig uit de kolf. Het zetmeelgehalte varieert afhankelijk van het rastype en het afrijpingsstadium. Bij een normaal ontwikkeld gewas snijmaïs in het traject tussen 28 en 35% droge stof kan het zetmeelgehalte variëren tussen de 250 en 400 gram zetmeel per kg droge stof. De niet-structurele koolhydraten kunnen op basis van de snelheid van afbreekbaarheid en de plaats van afbraak in het maagdarmkanaal worden opgedeeld in verschillende fracties. Ten eerste zijn er suikers en snel afbreekbare zetmelen (SUSAZ). Hiertoe behoren de suikers en zetmelen waarvan de afbraaksnelheid gemeten in de pens groter is dan 12,5% per uur. Daarnaast kan een deel van het zetmeel worden gerekend tot het langzaam afbreekbaar onbestendig zetmeel (LAOZ). Dit zetmeel wordt in de pens relatief langzaam afgebroken tot propionzuur. Het bestendige zetmeel (BZET) ontsnapt aan de afbraak in de pens en komt in de darm beschikbaar als glucose. Dit is energetisch gezien gunstig. In vergelijking met de meeste andere zetmeelrijke voeders verloopt bij snijmaïs de afbraak van zetmeel een stuk trager (zie tabel 12.3). Ongeveer 65 tot 80% van het zetmeel uit snijmaïs beschouwen we als langzaam afbreekbaar onbestendig zetmeel (LAOZ) dat wordt afgebroken in de pens; ongeveer 20 tot 35% van het zetmeel is bestendig zetmeel (BZET) dat de pens onverteerd passeert. Het zetmeel van snijmaïs bestaat vrijwel volledig uit LAOZ en BZET.

Tabel 12.3 Afbraaksnelheid ¹⁾ zetmeel in voedermiddelen in vergelijking tot snijmaïs
Afbraaksnelheid (%/uur)

Snijmaïs	7,9
Maïskolvensilage	7,7
Corn Cob Mix	7,2
Maïs (korrel)	4,0
Gerst	21,3
Tarwe	18,2

¹⁾ De afbraaksnelheden zijn gemiddelde waarden op basis van een reeks van onderzoeken. Deze getallen moeten worden gezien als een indicatie voor de rangordeverschillen tussen voedermiddelen.



Snijmaïs dankt zijn hoge voederwaarde met name aan het hoge zetmeelgehalte

12.1.2 Eiwit

Snijmaïs bevat relatief weinig ruw eiwit en darmverteerbaar eiwit (DVE) en de onbestendig eiwitbalans (OEB) is negatief. De DVE-waarde geeft aan hoeveel verteerbaar eiwit netto beschikbaar komt in de dunne darm gecorrigeerd voor verliezen. Het DVE is afkomstig van microbieel eiwit dat in de pens wordt gevormd en van het verteerbare deel van het bestendige voereiwit. Voor de productie van microbieel eiwit in de pens zijn een stikstofbron en een energiebron nodig. De stikstofbron is voornamelijk ammoniak die vrijkomt bij de afbraak van het snelafbreekbare onbestendig voereiwit en van ureum dat via het speeksel in de pens komt. Een deel van de ammoniak wordt direct door de pensmicroben weer gebruikt als stikstofbron voor de vorming van microbieel eiwit. Een ander deel van de ammoniak wordt via de penswand in het bloed opgenomen en in de lever omgezet in ureum. De ureum wordt deels uitgescheiden in melk en urine, maar ook deels via het speeksel weer teruggevoerd naar de pens. De energiebron die nodig is voor de vorming van microbieel eiwit is afkomstig van de fermenteerbare organische stof. Bij snijmaïs bestaat deze uit de verteerbare celwandfracties en het onbestendige zetmeel. Snijmaïs heeft een negatieve OEB. Dit betekent dat er veel fermenteerbare energie beschikbaar is ten opzichte van onbestendig eiwit (stikstof) en dus een relatief tekort aan eiwit. Echter, de pensmicroben hebben een stikstofbron nodig om te kunnen groeien. Bij een tekort aan stikstof (dus wanneer de OEB van het rantsoen negatief is) wordt de afbraak van organische stof in de pens negatief beïnvloed. Een overmaat aan stikstof in de pens (positieve OEB) is ook nadelig. De stikstofovermaat wordt in de vorm van ammoniak opgenomen in het bloed. Omdat ammoniak giftig is, wordt het in lever omgezet in het niet giftige ureum. De vorming van ureum kost energie en bovendien wordt een groot deel van de ureum uitgescheiden in de urine.

Omdat snijmaïs relatief weinig DVE en OEB bevat, past het goed in een rantsoen naast eiwitrijke voedermiddelen met een positieve OEB zoals weidegras en graskuil.

Behalve de hoeveelheid eiwit in een rantsoen kan ook de aminozuursamenstelling van het eiwit van belang zijn. Er wordt verondersteld dat in melkveerantsoenen de aminozuren methionine en lysine het eerst limiterend zijn. Er zijn nog geen normen opgesteld voor de behoefte aan darmverteerbaar methionine (DVMeth) en darmverteerbaar lysine (DVLys). Voorlopig luidt de richtlijn dat 2 tot 2,2% van de totale DVE-behoefte in de vorm van DVMeth moet worden aangeboden. Voor DVLys geldt dat 5,7 tot 6% van de totale DVE-behoefte in de vorm van DVLys moet worden aangeboden. Snijmaïs bevat ongeveer 1,2 g DVMeth en 2,7g DVLys per kg droge stof. Dit komt neer op respectievelijk 2,6% en 6% van de totale DVE. Wanneer de krachtvoeraanvulling bij een snijmaïsrantsoen uit een mengvoer bestaat dat is samengesteld uit een groot aantal verschillende grondstoffen, zijn er geen problemen te verwachten met de aminozuurvoorziening. Maar wanneer de krachtvoeraanvulling uit een beperkt aantal enkelvoudige bijproducten bestaat, is er kans dat de voorziening van een aantal essentiële aminozuren in het gedrang komt.

12.1.3 Vet

Bij de afbraak van vet in de pens en de darm worden vetzuren en triglyceriden gevormd die kunnen worden gebruikt voor de vorming van melkvet. Snijmaïs bevat weinig vet, ongeveer tussen de 30 en 40 gram per kg droge stof. Vet uit snijmaïs levert dus maar een geringe bijdrage aan de vorming van melkbestanddelen.

12.1.4 Mineralen, sporenelementen en vitaminen

Mineralen en sporenelementen spelen een essentiële rol bij vorming van het skelet, transport van ionen door celmembranen, lichaamsvloeistoffen en bij zenuwfunctie, als functionele groepen in enzymen en antilichamen, en als katalysator bij vele andere biochemische processen. Omdat snijmaïs arm is aan mineralen moet dit worden aangevuld uit andere voeders in het rantsoen (krachtvoerders) of losse mineralenmengsels. Bij het toevoegen van losse mineralen aan het rantsoen moet men er op bedacht zijn dat niet alleen een tekort schadelijk is, maar dat een overmaat ook tot gezondheidsproblemen kan leiden. Een laag mineralengehalte kan ook voordelen hebben. Bij aankoop van ruwvoer in de vorm van snijmaïs worden weinig mineralen en ook zware metalen aangevoerd. Omdat de gehalten aan kalium en ruw eiwit laag zijn, wordt magnesium uit snijmaïs beter geabsorbeerd. Doordat snijmaïs ten opzichte van gras(kuil) weinig kalium bevat, is het kation-anion verschil (KAV) van snijmaïs veel lager dan van graslandproducten. Een laag KAV tijdens de droogstand stimuleert de mobilisatie van calcium uit het skelet, waardoor de kans op melkziekte verkleint. Snijmaïs in een droogstandsrantsoen kan daarom zinvol zijn. Maar omdat snijmaïs een energierijk product is, is het ook nodig tegelijkertijd een energiearm product als stro in het rantsoen op te nemen.

De vitaminenvoorziening van een herkauwer is voor veel vitaminen zelden een probleem. Bij een herkauwer worden in de pens een groot aantal vitaminen gevormd, met name het vitamine B-complex, vitamine C en K. Voor herkauwers zijn de vetoplosbare vitaminen A, D en E het meest essentieel. Plantaardige voeders bevatten geen vitamine A. Planten bevatten wel het pro-vitamine β -caroteen dat in het maagdarmkanaal wordt omgezet in vitamine A. De vitamine D-behoefte is afhankelijk van de calcium- en fosforstofwisseling. Vitamine D kan het dier onder invloed van UV-licht zelf synthetiseren. Het vitaminegehalte in ruwvoer is moeilijk te bepalen en bovendien gaan er tijdens de conservering vitaminen verloren. In de praktijk wordt daarom geen rekening gehouden met vitaminen uit het ruwvoer. In de gangbare veehouderij wordt aan het mengvoer standaard pre-mixen met mineralen, sporenelementen en vitamine A, D en E aan het krachtvoer toegevoegd. Wanneer het krachtvoer

(voor een groot deel) in de vorm van losse enkelvoudige bijproducten gevoerd wordt, dient men extra aandacht aan de mineralen-, sporenelementen- en vitaminenvoorziening geven.

Tabel 12.4 Aanbevolen mineralen in het rantsoen en aanwezige mineralengehalten in snijmaïs en graskuil

	Aanbevolen gehalte per kg droge stof	Gehalten in snijmaïs per kg droge stof	Gehalten in graskuil per kg droge stof
Calcium (g)	3,5 – 5,5	1,6	5,4
Fosfor (g)	3,0 – 3,5	1,9	4,1
Natrium (g)	1,0 – 1,5	0,2	2,7
Magnesium (g)	2,0 – 5,0	1,3	2,5
Kalium (g)	8	13	37
Chloor (g)	3,5	1,3	12
Zwavel (g)	-	1,0	2,8
Jodium (mg)	0,6	0,1	0,2
Mangaan (mg)	25	32	101
Zink (mg)	25	38	46
IJzer (mg)	-	152	532
Koper (mg)	10	3,6	8,5
Molybdeen (mg)	-	0,5	2,2
Cobalt (µg)	100	59	239
Selenium (µg)	150	23	49
KAV (meq)	-	230	560
Vitamine A (IE)	2000 – 5000	-	-
Vitamine D (IE)	300 – 500	-	-

Bron: CVB en PV

12.2 Opname van snijmaïs

Snijmaïs is een product dat, mits het goed geconserveerd en vrij van broei is, goed wordt opgenomen. De hoeveelheid droge stof die een koe kan opnemen wordt bepaald door enerzijds de voeropnamecapaciteit van het dier en anderzijds door de mate waarin een voedermiddel beslag legt op de beschikbare voeropnamecapaciteit, ook wel verzadigingswaarde genoemd.



Goede voeropname met snijmaïs

Voeropnamecapaciteit en verzadigingswaarde

De voeropnamecapaciteit (VOC) is afhankelijk van het lactatienummer, dagen in lactatie en dagen drachtig. In tabel 12.5 staat voor verschillende lactatiestadia aangegeven hoe groot de VOC is.

Tabel 12.5 Voeropnamecapaciteit (VOC) in verzadigingswaarde-eenheden per dag van dieren met een tussenkalf tijd van 365 dagen (drachtig vanaf dag 90 van de lactatie)

Lactatienummer	Dagen in lactatie					
	1	60	90	120	180	305
1	8,3	12,7	13,3	13,7	14,3	15,2
2	10,7	15,6	15,8	15,8	15,7	15,3
ouder	11,5	16,5	16,7	16,6	16,3	15,7

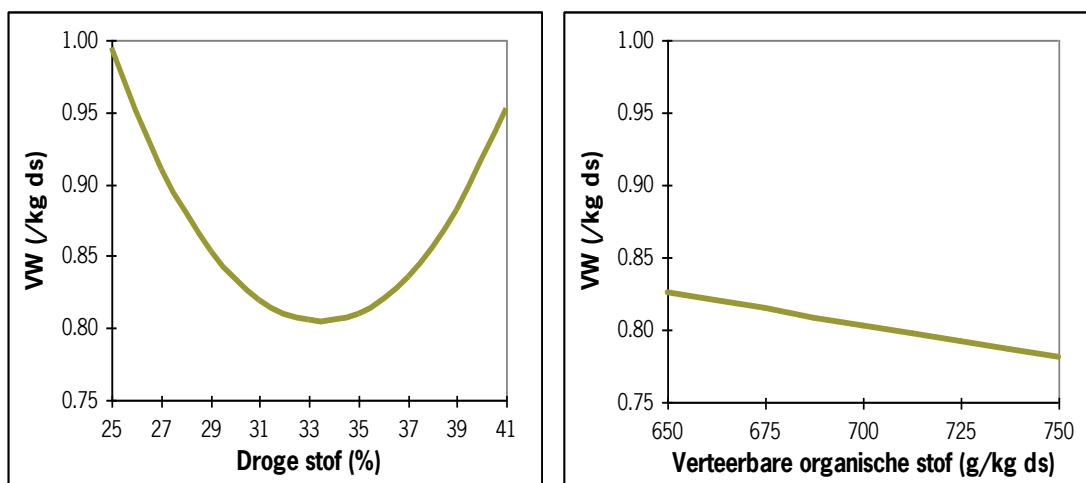
De mate waarin een voedermiddel beslag legt op de voeropnamecapaciteit wordt uitgedrukt in de verzadigingswaarde (VW) van het voedermiddel:

$$DS \text{ opname} = \frac{VOC}{VW \text{ (kg ds)}}$$

Hoe lager de verzadigingswaarde, des te meer opname van een voedermiddel. De verzadigingswaarde (VW) van snijmaïs is afhankelijk van het drogestofpercentage (DS%) en het gehalte verteerbare organische stof (VOS). De relatie tussen het drogestofgehalte en de VW is bij snijmaïs niet lineair (figuur 12.1). De verzadigingswaarde heeft een optimum bij circa 33% droge stof. Op dat punt is de verzadigingswaarde het laagst. De maximale voeropname uit snijmaïs ligt op het optimale oogsttijdstip tussen de 31 en 35% droge stof. De verzadigingswaarde van snijmaïs neemt lineair af met het gehalte aan VOS. In tegenstelling tot het drogestofgehalte, is het VOS-gehalte moeilijk te beïnvloeden. Wel heeft de rassenkeuze hier enige invloed op. Omdat het VOS-

gehalte nauw is gerelateerd aan de VEM-waarde, kan men voor praktisch gebruik stellen dat rassen met een hoge VEM-waarde per kg droge stof ook een hoog VOS-gehalte hebben.

Figuur 12.1 Links de relatie tussen drogestofgehalte (%) en verzadigingswaarde bij een VOS-gehalte van 700g/kg ds; Rechts de relatie tussen het VOS-gehalte (g/kg ds) en de verzadigingswaarde bij een drogestofgehalte van 33%



Drogestofopname

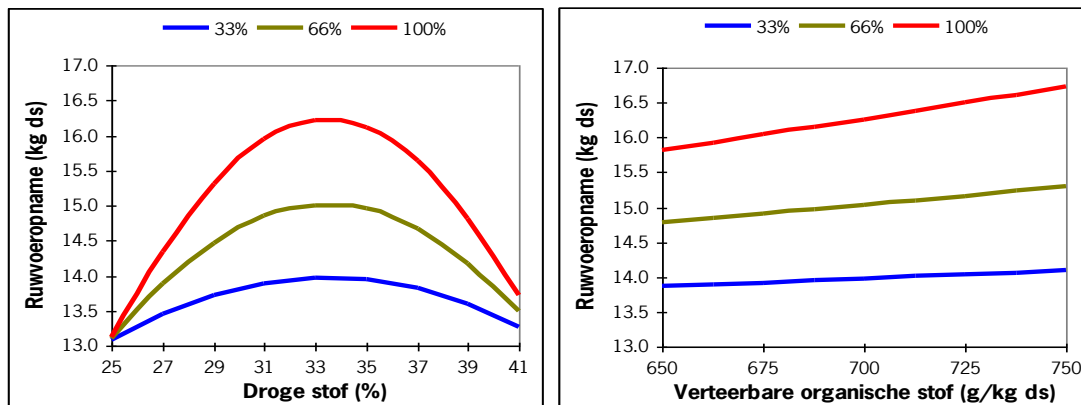
Snijmaïs heeft ten opzichte van de meeste andere gangbare ruwvoerders een lagere VW (tabel 12.6). Snijmaïs (VW = 0,83) legt dus minder beslag op de opnamecapaciteit dan een gemiddelde graskuil (VW = 1,0). Een deel van de graskuil vervangen door snijmaïs kan leiden tot een hogere drogestofopname en energieopname. Dit blijkt wanneer de voederwaarde wordt uitgedrukt in gehalten per VW-eenheid in plaats van gehalten per kg droge stof (tabel 12.7).

Tabel 12.6 Verzadigingswaarden VW van snijmaïs ten opzichte van andere voedermiddelen

	Gemiddeld	Minimum – maximum
Snijmaïs	0,83	0,78 - 1,04
Graskuil	1,00	0,91 – 1,16
Vers gras ¹	0,92	0,88 – 1,10
Graan-GPS	0,89	0,76 – 1,07
Luzernekuil	0,96	0,91 – 1,03
Mengvoer	0,35	0,29 – 0,40

¹ Deze waarde geldt voor zomerstalvoeding of beweiding met een ruim grasaanbod (>20 kg ds/dier/dag)

Figuur 12.2 Links de relatie tussen drogestofgehalte (%) en drogestofopname door een volwassen koe uit een basisrantsoen bestaande uit 33% (blauwe lijn), 66% (groene lijn) of 100% (rode lijn) snijmaïs naast graskuil en 8 kg ds krachtvoer. Rechts de relatie tussen het VOS gehalte (g/kg ds) en drogestofopname door een volwassen koe uit dezelfde basisrantsoenen



Tabel 12.7 Voederwaarde van snijmaïs uitgedrukt per kg droge stof en per verzadigingswaarde-eenheid

Voederwaarde	Per kg droge stof		Per VW-eenheid	
	Snijmaïs	Graskuil	Snijmaïs	Graskuil
Verzadigingswaarde (/kg ds)	0.83	1.00	-	-
VEM	937	890	1130	890
DVE (g)	47	75	57	75
OEB (g)	-28	32	-34	32

12.3 Structuurwaarde

Runderen kunnen door hun maagdkanaal en het herkauwen uitstekend “lang” structuurrijk ruwvoer verwerken. Voldoende structuur in het rantsoen van melkkoeien is nodig om herkauwen en beweging van de pens te stimuleren. Wanneer een koe herkauwt wordt er speeksel geproduceerd dat een bufferende werking heeft op de pH (zuurgraad) van de pens. Een voldoende hoge pH in de pens is noodzakelijk voor een goede fermentatie van organische stof, onvoldoende kan leiden tot pensverzuring en een verminderde voeropname. Om te beoordelen of een rantsoen voldoende fysieke structuur bevat kan het structuurwaarde systeem als een hulpmiddel worden gebruikt. Het structuurwaardesysteem geeft aan wat het kritieke (minimale) aandeel structuur in een rantsoen moet zijn voordat zich klinische verschijnselen van structuurgebrek voordoen. De structuurbehoefte van een koe is afhankelijk van de melkproductie, lactatienummer en de wijze waarop het krachtvoer wordt verstrekt. Daarnaast berekent het structuurwaardesysteem voor elk voedermiddel een structuurwaarde.

De structuurwaarde van snijmaïs is afhankelijk van het celwandgehalte (NDF en ruwe celstof) en de haksellengte. Een hoger celwandgehalte en een grotere haksellengte gaan gepaard met een hogere structuurwaarde. Wanneer een gebrek aan structuur in het rantsoen wordt verwacht dan zou in theorie de structuurwaarde van snijmaïs kunnen worden verhoogd door een grotere

haksellengte of te streven naar een hoog celwandgehalte door middel van de rassenkeuze of door manipulatie van het oogsttijdstip. Echter, uit onderzoek is gebleken dat al deze maatregelen per saldo niet effectief zijn en zelfs negatief kunnen uitwerken op de nutriëntenbenutting en melkproductie.

Een toename van de theoretische haksellengte met 1 mm leidt tot een 2% hogere structuurwaarde. Wanneer men een gebrek aan voldoende structuur in het rantsoen verwacht, lijkt het gunstig om snijmaïs grof te hakselen. Uit onderzoek is gebleken dat grof hakselen inderdaad kan leiden tot meer kauwactiviteit per kg droge stof of per kg NDF, een langere totale kauwtijd of tot een verschuiving tussen eettijd en herkauwtijd. Echter, de effecten op de totale kauwactiviteit (eettijd + herkauwtijd) zijn gering, omdat een grotere haksellengte vaak gepaard gaat met een lagere drogestofopname. Grof hakselen heeft nauwelijks of geen invloed op de pensfermentatie, de pH in de pens en de concentraties van vluchtige vetzuren. Er zijn dus geen aanwijzingen dat een verhoogde kauwactiviteit leidt tot een grotere buffering van de pH in de pens en een betere pensfermentatie. Daarentegen worden voeder verliezen groter bij een langere haksellengte, omdat de koeien vooral de celwandrijkere delen laten liggen (spildelen en schutbladeren). Bij grover hakselen wordt vaak een betere celwandverteerbaarheid waargenomen, maar dit voordeel wordt teniet gedaan door een veel slechtere verteerbaarheid van zetmeel en de grotere verliezen van zetmeel en korreldelen in de mest. Fijn hakselen (6 – 8 mm) daarentegen leidt tot een betere verteerbaarheid en benutting van de voedingstoffen van de snijmaïs. Dit heeft weer positieve gevolgen voor de melkproductie. Uit onderzoek concluderen we dat grof hakselen van snijmaïs nauwelijks effect heeft op de structuurvoorziening en pensfermentatie, maar dat voeropname, voeder verliezen en melkproductie nadelig worden beïnvloed. Bovendien zijn grofgehakselde kuilen veel broeigevoeliger dan fijn gehakselde kuilen.

Snijmaïsrassen van het celwandtype hebben bij dezelfde VEM-waarde een relatief hoog celwandgehalte en celwandverteerbaarheid gecombineerd met een relatief laag zetmeelgehalte. Oogsten in een minder afgerijpt stadium leidt eveneens tot een lager zetmeelgehalte en hoger celwandgehalte. Vanwege het hogere celwandgehalte heeft snijmaïs van het celwandtype of vroeg geoogste snijmaïs een hogere structuurwaarde. Echter, ook deze maatregelen zijn niet effectief gebleken. Dit blijkt uit een vergelijkend onderzoek op de Waiboerhoeve. Melkkoeien op een rantsoen met snijmaïskuil van een celwandtype namen meer NDF en minder zetmeel op maar produceerden uiteindelijk minder melk, melkeiwit en FPCM dan melkkoeien op een rantsoen met snijmaïskuil van een zetmeeltype. Vroeger oogsten bij 30% in plaats van 36% drogestof had geen enkel effect op de melkproductie en melksamenstelling. Deze resultaten geven aan dat ook bij een groot aandeel snijmaïs (80% van het ruwvoer en 50% van de totale drogestof) geen effect valt te verwachten van het gebruik van een snijmaïsras van het celwandtype op de structuurvoorziening.

Opheffen van structuurgebrek

Wanneer een rantsoen onvoldoende structuur bevat, verdienen andere maatregelen de voorkeur boven grof hakselen, vroeg oogsten of het telen van een ras van het celwandtype. Bijvoorbeeld het verlagen van het aandeel krachtvoer(verters) in het rantsoen of een andere krachtvoersamenstelling met minder snel afbreekbare koolhydraten. Ook een verlaging van het aandeel snijmaïs in het rantsoen ten gunste van bijvoorbeeld graskuil, of het opnemen van hooi of stro in het rantsoen kunnen het structuurgebrek opheffen.



Stro in het rantsoen kan structuurgebrek opheffen

12.4 Snijmaïs in het rantsoen voor melkvee

De samenstelling van rantsoenen voor melkvee moet bij voorkeur zodanig zijn dat het aanbod en de behoefte aan nutriënten op elkaar is afgestemd.

12.4.1 Fasevoeding

Gedurende de lactatie verandert de nutriëntenbehoefte van een koe voortdurend. De samenstelling van het rantsoen moet daarom mee veranderen met de behoefte van de koe. Fasevoeding houdt daar daadwerkelijk rekening mee. Bij fasevoeding worden meestal vijf fasen onderscheiden: fase 1: de nieuwmelkte periode; fase 2: de herstelperiode; fase 3: eind lactatie; fase 4: de eerste 5 tot 7 weken van de droogstand en fase 5: de laatste 20 tot 10 dagen van de droogstand.

Fase 1 Nieuwmelkte periode

De nieuwmelkte periode geldt voor de eerste weken na afkalven. In deze periode is de energieopname lager dan de energiebehoefte en is er dus een negatieve energiebalans (NEB). Tijdens deze fase worden lichaamsreserves afgebroken, met name vet en in mindere mate eiwit en is de hormonale regulatie gericht op het stimuleren van de melkproductie en het afbreken van lichaamsreserves. In deze nieuwmelkte periode heeft een koe grote behoefte aan de glucogene nutriënten propionzuur en glucose om lactose te kunnen vormen. Glucose is de bouwstof voor lactose (melksuiker). Lactose is in grote mate bepalend voor het volume van de melkproductie. Een goede glucosevoorziening stimuleert dus de melkgift. Bij een tekort aan glucogene nutriënten kan glucose ook worden gevormd uit glucogene aminozuren. Het nadeel hiervan is dat deze aminozuren niet meer beschikbaar zijn voor de vorming van melkeiwit. Een ruim aanbod van glucogene energie is daarom in het begin van de lactatie gewenst. Recent onderzoek bij Wageningen UR geeft aan dat koeien die een glucogene (zetmeelrijk) rantsoen krijgen een minder negatieve energiebalans en minder lichaamsvet mobiliseren dan koeien op een lipogeen (celwandrijk) rantsoen. Een rantsoen met veel snijmaïs past daarom uitstekend in rantsoenen voor nieuwmelkte koeien. Een richtlijn voor het rantsoen van nieuwmelkte koeien is een minimum van ca. 150 gram zetmeel per kg drogestof, bij voorkeur met een groot aandeel pensbestendig zetmeel.

Uit een voederproef op de Waiboerhoeve kwam naar voren dat koeien die snijmaïs kregen met een groter aandeel bestendig zetmeel meer melk, melkeiwit en lactose produceerden. Dit wordt verklaard doordat zetmeel dat in de darm wordt verteerd efficiënter wordt benut dan zetmeel dat in de pens wordt afgebroken. Daarom moet het zetmeel in het rantsoen van nieuwmelkte koeien voor een groot deel pensbestendig zijn. Het is met de huidige stand van zaken nog niet mogelijk om concrete adviezen voor het aandeel bestendig zetmeel in het rantsoen te geven. Daarvoor is het nodig dat er eerst onderzoek gedaan moet worden naar de bestendigheid van zetmeel en de behoeftenormen van melkvee.

Er is geen bovengrens aan de hoeveelheid zetmeel in het rantsoen van de nieuwmelkte periode, mits aan alle nutritionele eisen (DVE, OEB, structuurwaarde) wordt voldaan, en het zetmeel afkomstig is van bestendige zetmeelbronnen (bijv. snijmaïs). De eiwitvoeding in het begin van de lactatie verdient daarom extra aandacht, met name bij rantsoenen die voor een groot deel uit snijmaïs bestaan. De voorziening van eiwit (DVE en OEB) mag niet beperkend zijn. Voor een grote microbiële eiwitproductie is het nodig dat het aanbod van energie en stikstof in de pens in evenwicht is. Bij een negatieve OEB is sprake van een tekort aan stikstof en die remt de vorming van microbiële eiwit. Daarom moet een negatieve OEB worden voorkomen. Bij een hoog productieve koe is de microbiële eiwitproductie alleen vaak niet voldoende om volledig in de eiwitbehoefte te voorzien. Voor een voldoende DVE-voorziening zijn daarom vaak bestendige eiwitbronnen nodig.

Fase 2 Herstelperiode

In de tweede fase van de lactatie is de energieopname groter dan de energiebehoefte en begint het herstel van de afgebroken lichaamsreserves. In deze fase gaat de bloedspiegel van het hormoon insuline omhoog en daalt de bloedspiegel van het melkstimulerende groeihormoon. Insuline speelt een belangrijke rol bij het aanzetten van lichaamsreserves. Wanneer de koe in een positieve energiebalans is, stimuleert een ruim aanbod van propionzuur en glucose de afgifte van het hormoon insuline. Dit hormoon bevordert de vorming van lichaamsreserves en remt de melkproductie. Een ruim aanbod van glucogene nutriënten (zetmeel) in de tweede helft van de lactatie moet daarom worden vermeden. Als richtlijn voor het rantsoen kan een maximum van 150 gram zetmeel per kg drogestof worden gehanteerd.

Fase 3 Einde lactatie

De derde fase van de lactatie beslaat de periode van ongeveer 30 weken na afkalven tot het begin van de droogstand. In deze periode dient het herstel van de lichaamsreserves die in eerste fase verloren zijn gegaan te worden voltooid. De koeien die ruim boven de VEM-norm worden gevoerd, hebben een sterke neiging tot vervetting. De hoeveelheid suikers en zetmeel in het rantsoen dient men te beperken, om een te royale conditie te voorkomen. Op het moment van droogzetten dient conditiescore 3 tot 3,5 te worden nagestreefd. Wanneer koeien te vet de droogstand ingaan heeft dat negatieve gevolgen voor de start van de nieuwe lactatie. Vette koeien hebben een lagere voeropnamecapaciteit en zijn mede daardoor gevoeliger voor slepende melkziekte. De hoeveelheden totaal zetmeel en bestendig zetmeel moeten bij voorkeur beperkt blijven tot respectievelijk maximaal 90 en 25 gram per kg droge stof.

Fase 4 Eerste 5 tot 7 weken van de droogstand

In de droogstandsfase wordt de koe weer voorbereid op de komende lactatie. Er zijn weinig mogelijkheden om een te schrale of te royale conditie te corrigeren. In de eerste 5 tot 7 weken van de droogstand is een energiearm en structuurrijk rantsoen gewenst. Dit bevordert het opdrogen van de uier. Dit kan worden bereikt door naast graskuil en snijmaïs stro in het rantsoen op te nemen om de energiedichtheid te verminderen.

Fase 5 Laatste 10 tot 20 dagen van de droogstand

In het laatste deel van de droogstand moet de energiedichtheid worden opgevoerd omdat de opnamecapaciteit van de koe afneemt. Door in deze fase energie- en zetmeelrijker te voeren kan de microbenpopulatie zich aanpassen aan het basisrantsoen dat in het begin van de lactatie wordt gevoerd. Het moment van overschakelen naar het basisrantsoen ligt minimaal 10 tot ongeveer 20 dagen voor de te verwachten afkalfdatum. Het tijdstip hangt mede af van de conditie van het dier. Wanneer te vroeg voor afkalven wordt begonnen met een energierijk rantsoen te voeren, kan dit zucht (uieroedeem) veroorzaken.

Wanneer men krachtvoer individueel verstrekt, kan men in de laatste 10 tot 20 dagen van de droogstand hetzelfde basisrantsoen voeren als aan de nieuwmelkte koeien, eventueel aangevuld met een kleine hoeveelheid krachtvoer (maximaal 2 kg). Op bedrijven die een totaal gemengd rantsoen voeren, kan in de laatste fase hetzelfde rantsoen worden gevoerd als aan de laagproductieve melkkoeien.

Praktische uitvoering van fasevoeding

Wanneer alle zetmeel in het rantsoen afkomstig is uit snijmaïs, en het overige ruwvoer uit graslandproducten bestaat, kan men de richtlijnen in tabel 12.08 aanhouden voor het minimum en maximum aandeel snijmaïs in het ruwvoer.

Tabel 12.08 Aanbevolen minimum en maximum hoeveelheid (%) snijmaïs van het ruwvoer

	Minimum (%)	Maximum (%)
Fase 1: nieuwmelkte fase	60	100
Fase 2: week 12 – 30 van de lactatie	40	60
Fase 3: week 30 tot einde lactatie	0	40

Waar men het melkvee in meerdere productiegroepen houdt, kan voor elke fase van de lactatie een aparte groep worden gevormd. Dit is met name aantrekkelijk op grote bedrijven. Is dit niet het geval, dan kan men de koeien in twee groepen houden, bijvoorbeeld een hoog- en een laagproductieve groep met een rantsoen waarvan het ruwvoer voor respectievelijk 60 en 40% uit snijmaïs bestaat. Wanneer niet met productiegroepen wordt gewerkt, kan het snijmaïsaandeel in het ruwvoer 40% bedragen. De hoogproductieve melkkoeien moeten dan extra (bestendig) zetmeel uit het krachtvoer krijgen.

12.4.2 Uitsluitend snijmaïs als ruwvoer

Onder sommige specifieke bedrijfsomstandigheden kan het een optie zijn om uitsluitend snijmaïs als ruwvoer te gebruiken, bijvoorbeeld als er geen of een te kleine huiskavel is of wanneer er geen of te weinig grond beschikbaar is voor ruwvoerproductie. Op praktijkcentrum Cranendonck is een systeemvergelijking uitgevoerd tussen een bedrijfssysteem met gras en snijmaïs en systeem met uitsluitend snijmaïs.



Uitsluitend snijmaïs voor melkkoeien op Cranendonck van 1986-1991

Tabel 12.09 Overzicht van voor- en nadelen uitsluitend snijmaïs als ruwvoer

Voordelen	Nadelen
Eenvoudige bedrijfsvoering	Rantsoen bevat teveel (bestendig) zetmeel
Constante voerkwaliteit en voeropname	Risico van vervetting laagproductief melk- en jongvee
Constantere melkproductie	Duurder (eiwitrijk) krachtvoer
Hogere melkproductie	Hoger krachtvoerconsumptie
Efficiënt mineralengebruik	Hogere kosten huisvesting en mestopslag
Lagere mechanisatiekosten	Lager netto bedrijfsresultaat

Vanuit voedingstechnisch oogpunt gezien is een rantsoen in het tweede deel van de lactatie niet ideaal met uitsluitend snijmaïs. Het verloop van de conditiescore van het jongvee en de laagproductieve melkkoeien moet daarom scherp in de gaten worden gehouden. Tegenwoordig zijn door veredeling het zetmeelgehalte en de VEM-waarde aanmerkelijk hoger, waardoor het risico op een te royale voeding ondanks een hogere melkproductie groter is geworden.

12.4.3 Snijmaïsbijvoeding tijdens weideperiode

Snijmaïs past uitstekend als bijvoeding bij beweiding. Naast goed eiwitrijk weidegras kan een te grote overmaat aan eiwit in het rantsoen worden voorkomen. Bovendien kan men door de hoeveelheid bijvoeding te variëren inspelen op een wisselend grasaanbod. Op (biologische) bedrijven met gras/klaver kan men door snijmaïsbijvoeding trommelzucht voorkomen.

Snijmaïs naast onbeperkte of beperkte beweiding

Bij onbeperkt weiden hebben de koeien na het melken de gelegenheid om snijmaïs op te nemen. De snijmaïsgift is dan beperkt tot in totaal ongeveer maximaal 4 kg droge stof per dag. Bij beperkt weiden worden de koeien een deel van de dag opgestald. Bijvoeding bij beperkt weiden moet voldoende hoog zijn, omdat anders de koeien te veel beperkt worden in hun drogestofopname. Bij 12 uur weidegang moet het totale bijvoedingniveau (snijmaïs én krachtvoer) tenminste 10 kg droge stof bedragen. Bij een lager bijvoedingsniveau wordt het voor de melkkoeien erg moeilijk om voldoende te compenseren met grasopname uit de weide, zeker bij een matig grasaanbod. Bij een beweidsduur korter dan 8 uur per dag kan men als vuistregel voor de drogestofopname uit weidegras aanhouden dat bij een ruim aanbod van kwalitatief goed gras een koe ongeveer 1 kg droge stof per uur opneemt. Bij 8 uur weidegang moet dan ongeveer 14 tot 15 kg droge stof uit snijmaïs en krachtvoer worden bijgevoerd. Bij een zeer beperkte weidegang met daarnaast snijmaïs als enigst ruwvoer kan de DVE-voorziening te krap worden en moet er een eiwitaanvulling uit krachtvoer komen.

Siëstabeweiding

Bij beperkt weiden kan men de koeien tussen twee melkmalen stallen en bijvoeren met snijmaïs. Dit is arbeidstechnisch een aantrekkelijke methode omdat men de koeien maar eenmaal per dag naar het land moet brengen en ophalen. Een alternatieve methode van beperkt weiden is siëstabeweiding. Hierbij worden de koeien twee keer per dag na het melken 4 tot 6 uur geweid. De rest van de dag zijn de koeien binnen en krijgen snijmaïs bijgevoerd. Het idee achter siëstabeweiding is dat in theorie het aanbod van eiwit (stikstof) uit gras beter wordt afgestemd op het energieaanbod uit snijmaïs. In de praktijk blijkt dit niet zo'n vaart te lopen. Wanneer het gras voldoende eiwit bevat, komt door ureumrecycling de stikstofvoorziening in pens ook bij een ongelijkmatige verdeling van het gras en snijmaïsaanbod over de dag (bv. overdag weiden en 's nachts opstallen) niet in gevaar. Uit proeven is gebleken dat siëstabeweiding bij eenzelfde aantal uren weidegang per dag, een hogere melk- en melkeiwitproductie oplevert dan traditioneel beperkt weiden. Tevens is bij siëstabeweiding de grasopname hoger en de snijmaïsoptname lager en bij een gelijk aantal uren weidegang zijn er geen verschillen in stikstofefficiëntie tussen siëstabeweiding en traditionele beperkte beweiding. Een deel van de verschillen tussen de beweidingsmethoden wordt mogelijk veroorzaakt door een verminderde hittestress, omdat bij siëstabeweiding de koeien het warmste deel van de dag binnen zijn. Hittestress bij gangbaar beperkt weiden kan worden voorkomen door de koeien overdag op stal te houden en 's avonds en 's nachts te weiden. De ventilatiecapaciteit van de stal moet dan wel voldoende groot zijn. Het productievoordeel van siëstabeweiding moet men afzetten tegen de extra inzet van arbeid voor het ophalen en wegbrengen van de koeien.

Snijmaïs in de rantsoenen van jongvee

Snijmaïs past ook goed in rantsoenen voor jongvee, maar ook hier bestaat een risico voor vervetting. Bij jongvee jonger dan 1 jaar dat naast ruwvoer nog (eiwitrijk) krachtvoer krijgt, kan men snijmaïs als enig ruwvoer gebruiken. Bij het oudere jongvee moet de hoeveelheid snijmaïs worden beperkt tot maximaal 40% van het ruwvoer.



Grotere kans op vervetting bij jongvee met veel snijmaïs

13 Economie

13.1	Teeltkosten en opbrengsten	179
13.2	Snijmaïs in bedrijfsverband	181
13.3	Nieuw mestbeleid	184
13.4	Aankoop en verkoop snijmaïs in melkveehouderij.....	185

13 Economie

Snijmaïs is in de veehouderij een belangrijk voedergewas. Jaarlijks wordt ruim 220.000 ha snijmaïs geteeld. Naast diverse teelt- en voedingsaspecten is ook het economische resultaat van groot belang.

In algemene zin kunnen we goede uitspraken doen over het economisch resultaat van een hectare snijmaïs of het effect van snijmaïs als onderdeel van het totale melkveebedrijf. Echter, de specifieke bedrijfssituatie is vaak doorslaggevend op de afweging van het economische resultaat. De belangrijkste factoren die hierin een rol spelen, zijn het wel of niet (gedeeltelijk) telen van snijmaïs in loonwerk, de verkaveling van het bedrijf, de afstand tot het perceel en niet als minste de opbrengst en voederwaarde die daadwerkelijk worden behaald. De effecten van snijmaïs in bedrijfsverband zijn opgenomen in paragraaf 13.2.

Per 1 januari 2006 is het nieuwe mestbeleid van kracht en hebben landbouwbedrijven te maken met een systeem van gebruiksnormen. Voor een goede uitvoering van de nitraatrichtlijn krijgt ieder bedrijf te maken met een gebruiksnorm voor dierlijke mest van 170 kg stikstof (N) en een gebruiksnorm voor stikstof en fosfaat per gewas. Een individueel bedrijf kan derogatie (uitzondering tot 250 kg N per ha) aanvragen op de gebruiksnorm van 170 kg N per ha. Zie hierover meer in paragraaf 13.3. Voor actuele informatie over plaatsingsnormen en gebruiksnormen kijk op www.hetInVloket.nl.



Snijmaïs is een belangrijk gewas voor de melkveehouderij

13.1 Teeltkosten en opbrengsten

Om een goede indruk te krijgen van kosten en opbrengsten van snijmaïs is voor verschillende grondsoorten en opbrengstniveaus een saldoberekening gemaakt. Basis hiervoor is de KWIN-Veehouderij 2009-2010. De prijzen zijn afkomstig van o.a. het LEI en een aantal leveranciers van landbouwproducten. De loonwerktarieven zijn gebaseerd op gegevens van enkele loonwerkers verspreid over Nederland. Het is bekend dat in bepaalde regio's deze tarieven soms 10-20% lager zijn.

Alle werkzaamheden in deze berekening worden als loonwerk in rekening gebracht voor een zuivere vergelijking. Wanneer werkzaamheden plaatsvinden in eigen beheer, moeten de loonwerkkosten vervangen worden door de kosten van eigen werktuigen en arbeid.

De werkelijke kosten van loonwerk en eigen mechanisatie zijn sterk afhankelijk van de loonwerker in de buurt en de specifieke bedrijfssituatie. De kosten voor eigen mechanisatie zijn afhankelijk van de oppervlakte waarop men het werktuig inzet, van eventuele samenwerking met burens, van de waarde van de werktuigen (nieuw of tweedehands) en de daadwerkelijke onderhoudskosten. Over het algemeen geldt dat de jaarlijkse kosten voor rente, afschrijving, onderhoud, verzekering en stalling ongeveer 20% van de nieuwwaarde bedragen.

Kosten

In tabel 13.1 staan de directe kosten voor de teelt van een ha snijmaïs vermeld. Als basis dient de teelt van snijmaïs op zandgrond. Voor de snijmaïsteelt op kleigrond zijn enkele toeslagen gerekend. Bij de kosten voor bemesting is uitgegaan van een normale hoeveelheid dierlijke mest, eventueel aangevuld met kunstmest. Ook de kosten voor aanwending van de organische mest en de kunstmest zijn hierin opgenomen. Op zandgrond zijn de bemestingskosten € 10,- lager dan op kleigrond omdat er bij de bemesting rekening is gehouden met de nawerking uit een groenbemester.

Voor het ploegen geldt op kleigrond € 15,- hogere kosten en voor zaaiklaarmaken € 28,- hogere kosten (rotorkopeg in plaats van cultivatorcombinatie).

Bij de onkruidbestrijding in snijmaïs gelden voor alle grondsoorten de uitgangspunten eenmaal volveldsbespuiting (€ 36,-) en de kosten voor de bestrijdingsmiddelen (€ 90,-). Bij een volledige mechanische onkruidbestrijding bedragen de totale kosten ongeveer € 200,- (driemaal eggen à € 25,- en tweemaal schoffelen + evt. aanaarden à € 62,-).

De kosten voor transport tot en met het erf zijn bij de kosten voor oogsten inbegrepen. In de berekening is de teelt van een vanggewas of groenbemester niet meegenomen.

In het nieuwe mestbeleid is de teelt van een groenbemester op zand – en lössgronden verplicht. Daarom zijn tabel 13.1 de kosten bij zandgrond uitgebreid met de kosten voor de teelt van een groenbemester.

Tabel 13.1 Directe kosten teelt en oogst van snijmaïs (€ per ha, excl BTW)

Omschrijving	Snijmaïs Zand	Snijmaïs Klei
Middelen		
Zaaizaad (incl. mesurol)	192	192
Meststoffen + aanwending.	175	175
Gewasbeschermingsmiddelen	90	90
	<hr/> 457	<hr/> 457
Loonwerk		
Ploegen	115	130
Zaaiklaarmaken	53	81
Zaaien (excl. meststoffen)	74	74
Spuiten	36	36
Oogsten	470	470
Aanrijden	68	68
Cultiveren	53	68
Slootonderhoud	25	25
	<hr/> 894	<hr/> 952
Groenbemester		
Zaaien (in combinatie met cultivateren)	16	
Zaaizaad	45	
Extra kosten inwerken	53	
	<hr/> 114	
Rente	13	12
Totaal	<hr/> 1478	<hr/> 1421

Opbrengsten

De snijmaïsoopbrengst kan per regio, per grondsoort en per perceel sterk variëren. Als norm voor bruto-opbrengsten per ha wordt aangehouden:

- zeer goed 19.000 kg ds
- goed 16.000 kg ds
- matig 13.000 kg ds
- slecht 10.000 kg ds

Goede snijmaïs bevat per kilo droge stof 960 VEM, 48 DVE en -30 OEB.

Uitgaande van een goede bruto-opbrengst van 16.000 kg ds per ha en 5% ds-verlies bij inkuilen, bedraagt de netto-opbrengst per ha dan:

- ds = 16.000 - 5% = 15.200 kg ds
- VEM = 15.200 x 0,960 = 14.592 kVEM
- VEVI = 15.200 x 0,995 = 15.124 kVEVI
- DVE = 15.200 x 0,048 = 730 kDVE
- OEB = 15.200 x -0,030 = -456 kOEB

Om een inschatting te maken van de waarde van deze opbrengsten, zijn de opbrengsten gewaardeerd tegen de gemiddelde voederwaarde prijzen van een KVEM-prijs van € 0,11 en een DVE-toeslag van € 0,65 (KWIN 2010-2011). De financiële opbrengsten komen veel hoger uit dan normaal geldende marktprijzen, maar wel wordt duidelijk welke waarde de opbrengst vertegenwoordigt in relatie tot de prijzen van krachtvoer en (vochtige) bijproducten. Als indicatie zijn voor drie opbrengstniveaus de opbrengsten doorgerekend en vermeld in tabel 13.2.

Tabel 13.2 Opbrengsten snijmaïs

Omschrijving	Snijmaïs Matig	Snijmaïs Goed	Snijmaïs Zeer goed
Bruto opbrengst (kg ds/ha)	13.000	16.000	19.000
Netto opbrengst (kg ds/ha)	11.875	15.200	18.050
KVEM opbrengst (VEM/ha)	11.856	14.592	17.328
KDVE opbrengst (DVE/ha)	593	730	866
KVEM opbrengst (€/ha)	1304	1605	1906
KDVE opbrengst (€/ha)	385	474	563
Totale opbrengst (€/ha)	1689	2079	2469

Door de voederwaardeopbrengst per hectare te verminderen met de kosten ontstaat het financieel resultaat per ha snijmaïs. Deze staan vermeld in tabel 13.3. Vanwege de hogere teeltkosten op kleigrond is onderscheidt gemaakt tussen zand en klei. Voor het berekenen van het financieel resultaat bij verkoop op stam moeten de totale kosten vermindert worden met de oogstkosten. De teeltkosten voor zand en kleigrond zijn dan resp. € 950,- en € 901,-.

Tabel 13.3 Opbrengsten en kosten snijmaïs per ha (€ per ha)

Omschrijving	Snijmaïs Matig	Snijmaïs Goed	Snijmaïs Zeer goed
Totale opbrengst (€/ha)	1689	2079	2469
Totale kosten op zand	1478	1478	1478
Financieel resultaat op zand	211	601	991
Totale kosten op klei	1443	1443	1443
Financieel resultaat op klei	268	658	1048

13.2 Snijmaïs in bedrijfsverband

Voor een praktijkbedrijf is het van belang om maïs zo economisch mogelijk binnen het bedrijf in te passen. In 2003 is een studie uitgevoerd "Snijmaïs op melkveebedrijven: gevolgen voor milieu en economie" en vastgelegd in Praktijkrapport nr 24 van Wageningen UR Livestock Research (toenmalige Praktijkonderzoek Veehouderij). MINAS overschotten speelden hierin een belangrijke rol. Hoewel dit systeem is vervallen zijn veel conclusies nog relevant. Uitgangspunt voor de studie waren bedrijven met een wisselende intensiteit van 13.000 tot 18.000 kg melk/ha, graslandgebruik met weidegang, 15 tot 50% van de bedrijfsoppervlakte snijmaïs binnen het bedrijf en grondsoort variërend van droog zand tot klei. De snijmaïsteelt werd uitgevoerd in loonwerk.



Optimale inpassing snijmaïs is maatwerk

Invloed verkaveling

Snijmaïs telen op afstand in plaats van gras dat men alleen maait, is gunstig voor de arbeidsopbrengst wanneer alle werkzaamheden in loonwerk worden uitgevoerd.

Grasland op de huiskavel vervangen door snijmaïs verlaagt de arbeidsopbrengst meer dan grasland (alleen maaien) op afstand vervangen door snijmaïs. Meer snijmaïs op de huiskavel is gunstig voor de mestbenutting als daardoor minder geweid kan worden. Als de koeien meer op stal staan, komt er meer mest in de put en kan men deze beter benutten.

In de *praktijk* leidt snijmaïs telen op afstand in plaats van gras op afstand tot een daling van de arbeidsopbrengst als men werkzaamheden als maaien, schudden en harken in eigen beheer uitvoert. Maar meer snijmaïs telen op afstand leidt altijd tot minder arbeidsinzet. De beschikbaarheid van arbeid en de toch al hoge werkdruk op een melkveebedrijf zorgen ervoor dat veehouders (terecht) de keuze maken voor snijmaïs op afstand. Als de arbeidstijd ook in kosten uitgedrukt wordt, is deze keuze ook bedrijfseconomisch te onderbouwen.

In de *praktijk* is het soms ook mogelijk om jongvee op afstand te weiden. Dit beperkt de arbeidstijd voor het grasland op afstand en kan een goed argument zijn om dit grasland niet te vervangen door snijmaïs. De keuze van grondgebruik hangt sterk af van de specifieke bedrijfssituatie.

Verhouding grasland/maïsland

Meer snijmaïs telen leidt veelal tot lagere mineralen-overschotten, echter vaak ook tot hogere nitraatgehaltes in het grondwater. De arbeidsopbrengst daalt bij meer snijmaïs door met name hogere loonwerkkosten.

In de *praktijk* geeft meer snijmaïs geeft lagere voerkosten, maar hogere loonwerkkosten en is daarom ongunstig voor de arbeidsopbrengst. De eisen die aan een ruwvoerrantsoen worden gesteld (aandeel gras) bepalen de grens van het aandeel maïsland. Om binnen de nieuwe mestwet derogatie te krijgen ligt het maximum aandeel maïsland op 30%.

Graslandgebruikstelsel

Meer snijmaïs verbouwen betekent vaak minder weidegang, omdat er minder graslandoppervlakte beschikbaar is. Minder weiden en de koeien langer opstallen leidt tot lagere stikstofoverschotten en lagere nitraatconcentraties in het grondwater, maar ook de arbeidsopbrengst daalt bij minder weidegang.

In de *praktijk* is het aan te bevelen een graslandgebruikstelsel te kiezen dat het juiste evenwicht weerspiegelt van mestbenutting (meer opstallen) en een zo goed mogelijk economisch resultaat (meer weiden). De keuze is afhankelijk van specifieke bedrijfsomstandigheden, de grootte van de huiskavel, de grondeigenschappen en het melksysteem. Bij deze keuze van het juiste graslandstelsel speelt de bijvoeding en het aandeel snijmaïs een grote rol. (kijk ook op www.livestockresearch.wur.nl onder 'Onderzoek' daarna onder 'Producten en diensten' en vervolgens onder 'Software' en kies voor Beweidingswijzer).

Vanggewas/groenbemester telen

Een groenbemester/vanggewas telen onder of na de snijmaïs en dit in maart onderwerken verlaagt de stikstofverliezen en verlaagt het nitraatgehalte in het grondwater. De arbeidsopbrengst daalt als alle werkzaamheden in loonwerk plaatsvinden.

Wanneer het vanggewas niet wordt ondergewerkt, maar wordt gemaaid en in mei ondergeploegd, is de stikstofbenutting iets kleiner. Hoewel de opbrengst hoger is, komt er minder stikstof beschikbaar voor de maïs en moet er iets meer bemest worden. Het effect op het nitraatgehalte van het grondwater is minimaal.

In de *praktijk* is het goed mogelijk om op de kosten van loonwerk te besparen door zelf het vanggewas met een kunstmeststrooier in te zaaien. Naast beperken van stikstofverliezen kan toepassen van een vanggewas ook zorgen voor een structuurverbetering van de bodem en een welkome aanvulling zijn op de organische stofvoorziening. Dit is voordelig bij grondsoorten met een laag organisch stofgehalte in combinatie met lage mestgift.

Bij het maaien van een vanggewas voor het onderploegen daalt de snijmaïsoopbrengst met gemiddeld 5% door een later zaaitijdstip en een onregelmatig zaaibed. Door een later zaaitijdstip wordt het oogsttijdstip verlaat en neemt het oogstrisico toe. Ook speelt de vochtvoorziening van het maïsland een rol bij de lagere snijmaïsoopbrengst. Vochttekorten treden vooral op droge zandgronden op.

Vruchtwisseling toepassen

Snijmaïs wordt vaak jaren achtereen op hetzelfde perceel verbouwd. Gras en snijmaïs in vruchtwisseling verbouwen leidt tot een betere stikstofbenutting wanneer de zode tijdig (voor 1 april) wordt ondergeploegd en de stikstofnawerking in mindering wordt gebracht op de bemesting.

Wanneer voor het inzaaien van snijmaïs nog een maaisnede gras wordt gewonnen, daalt de stikstofbenutting en stijgt het nitraatgehalte aanzienlijk door de hogere mestgift.

GPS opnemen in een bouwplan met gras en maïs leidt tot een betere mineralenbenutting; echter, deze verbetering is minder dan bij vruchtwisseling met alleen gras en snijmaïs.

In een aantal gevallen is vruchtwisseling nadelig voor de arbeidsopbrengst door met name hogere loonwerkkosten voor herinzaai.

In de *praktijk* wordt regelmatig grasland vernieuwd, vruchtwisseling met maïs kan hierin vaak automatisch meedraaien zonder dat dit ten koste gaat van het areaal blijvend grasland. Daarbij verkleint de teelt van GPS tussen snijmaïs en herinzaai met gras het risico dat ontwikkeling van de graszode na inzaai mislukt. Dit komt omdat de inzaai van gras na GPS begin augustus al mogelijk is.

Wanneer dit na de teelt van snijmaïs in september/oktober gebeurt, is de kans groter op slechte weers- en bodemomstandigheden die de begingroei van het gras kunnen belemmeren. Om succesvol gras in te zaaien na de teelt van GPS is ook sterk afhankelijk van de vochtvoorziening. Opgemerkt moet worden dat op een bedrijf met derogatie het telen van GPS ten koste gaat van de oppervlakte snijmaïs die geteeld kan worden.

Bij lagere mestgiften op maïs kan vruchtwisseling met gewassen die veel organische stof achterlaten (gras, graan) de organische stofvoorziening verbeteren in vergelijking met continueelt van snijmaïs.



Vruchtwisseling geeft betere organische stofvoorziening

Beregenen van snijmaïs op droge zandgrond

Algemene uitspraken over rendabiliteit van beregenen zijn erg moeilijk door de specifieke bedrijfsomstandigheden (o.a. grondsoort) en weersomstandigheden. Duidelijk is wel dat bij droogte op droge zandgrond beregenen van snijmaïs tijdens de kolfzetting en bloei gunstig is voor de mineralenbenutting en voor verlaging van het nitraatgehalte in het grondwater. Of beregenen financieel aantrekkelijk is, hangt af van de extra kosten die men ervoor moet maken en de extra opbrengsten die hier tegenover staan.

In de *praktijk* is het aan te bevelen om bij beregenen snijmaïspercelen voorrang te geven boven percelen met grasland. Bij droogte tijdens de bloei is beregenen altijd verantwoord, omdat dan de korrelzetting plaatsvindt. Snijmaïs benut het water voor gewasgroei beter dan gras. Mede daardoor is de verhoging van de mineralenbenutting door het beregenen van snijmaïs groter dan door het beregenen van gras.

13.3 Nieuw mestbeleid

Vanaf 2006 geldt een nieuw mestbeleid. Centraal onderdeel in dit nieuwe beleid is het stelsel van gebruiksnormen. Deze normen zijn in hoofdstuk 5 verder beschreven. Het nieuwe beleid heeft in bedrijfsverband globaal de volgende effecten:

- Hoe meer mest men in de stal opvangt (dat wil zeggen hoe beperkter de beweiding), hoe beter de mest op maïs (en gras) tot benutting kan worden gebracht.
- Minimaal 70% grasland is nodig in het bouwplan om in aanmerking te komen voor derogatie met 250 kg N per ha uit dierlijke mest. Derogatie geldt voor de totale bedrijfsoppervlakte.
- Bij een groot aandeel maïs in het bouwplan (> 30 %) is er geen mogelijkheid tot derogatie. Minder maïsteelt om toch derogatie aan te mogen vragen is bedrijfseconomisch gezien praktisch altijd aantrekkelijk.
- Bij melkveebedrijven met weidegang kan men een lager werkingscoëfficiënt voor dierlijke mest hanteren (45%). Hierdoor ontstaat voor snijmaïs iets meer ruimte voor kunstmestaanvoer.

Wanneer het bouwplan op een bedrijf dicht bij het omslagpunt van wel/geen derogatie (70% gras) ligt, zal het bedrijfseconomisch effect van meer of minder maïs veel groter zijn dan in het verleden, omdat meer of minder maïs ook van invloed is op de plaatsingsnorm. Voor actuele informatie over gebruiksnormen voor dierlijke mest en gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat kijk op www.hetInvloket.nl.



Vanaf 2006 gelden nieuwe regels voor gebruik van dierlijke mest

13.4 Aankoop en verkoop snijmaïs in melkveehouderij

Rond 1985 werd naar schatting 25-30% van alle snijmaïs verhandeld. In die periode was er behoefte aan ruwvoer en werden goede prijzen voor snijmaïs betaald. Door de melkquotering en de dalende veebezetting in de tweede helft van de jaren tachtig, is de

behoefte aan aankoop van ruwvoer gedaald. Vanaf 1990 wordt niet meer dan 10-15% van de oppervlakte snijmaïs verkocht.

De handel in snijmaïs vindt plaats via diverse kanalen, zoals verkoop tussen boeren onderling, maïsbanken, loonwerkers en foeragehandelaren. Het grootste deel van de snijmaïs gaat via de loonwerker direct van teler naar koper. Een gedeelte van de snijmaïs wordt door de handel (of telers) zelf ingekuild en vervolgens in de winter of in de zomer weer verkocht, vooral als de marktprijs van verse snijmaïs tegenvalt.

De snijmaïsprijs hangt sterk af van de opbrengst, de kwaliteit, de voorraad graskuil en de prijs van het krachtvoer. In perioden met een ruime voorraad ruwvoer of lage krachtvoer prijzen is de snijmaïsprijs meestal lager, zo ook de laatste jaren.

De prijs hangt af van gestelde voorwaarden bij verkoop:

- Snijmaïs op stam, dus exclusief de oogst- en transportkosten
- Gehakselde snijmaïs, franco geleverd bij de koper direct na de oogst
- Ingekuilde snijmaïs, franco geleverd bij de koper in winter- of zomerperiode
- Prijzen per ha, per kuub, per ton product, per kg droge stof of per KVEM
- Algemeen geldende aan- en verkoopprijzen

De verschillende manieren van verkoop maken het moeilijk om te beoordelen of de maïs duur of goedkoop is. Het beste is de marktprijs van snijmaïs te vergelijken met de voederwaardeprijs en daarbij rekening te houden met de bijkomende kosten van oogsten, transport, opslag, verliezen en extra arbeid. De voederwaardeprijs is de prijs per ton snijmaïs, waarbij de hoeveelheid VEM en DVE per ton is vermenigvuldigd met de berekende KVEM- en DVE-toeslagprijs. Deze prijzen worden maandelijks door Livestock Research Wageningen UR berekend.

Naast de verschillende manieren van aan- en verkoop van snijmaïs heeft ook het percentage droge stof grote invloed op de prijsstelling. Het aankopen op basis van een afgesproken prijs per kg droge stof of per KVEM heeft daarom de voorkeur. Indien een prijs per ton wordt afgesproken, dan dient duidelijk aangegeven te worden bij welk drogestofgehalte dit is (bijvoorbeeld 32% droge stof) en welke prijscorrectie per drogestofpercentage wordt gehanteerd.

Voorbeeld berekening van aan- en verkoopprijzen

Uitgaande van een opbrengst van 16.000 kg ds/ha snijmaïs met 35% droge stof, een prijs van snijmaïs op stam van € 1400,- , € 538,- voor de oogst en extra transportkosten van € 80,- per ha levert dit de gegevens in tabel 13.4 op.

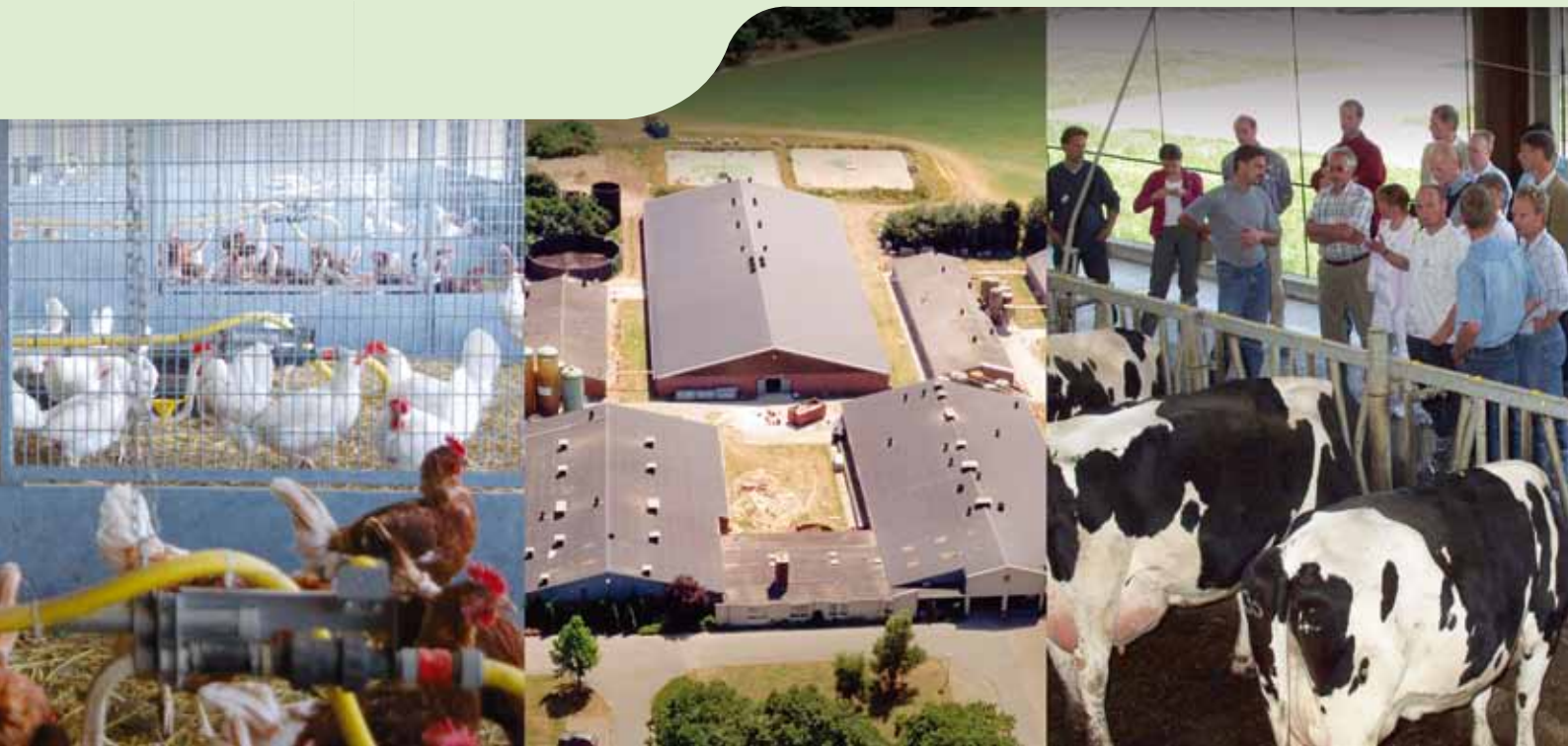
Tabel 13.4 Voorbeeld berekening aan- en verkoopprijzen snijmaïs

	€ per ha	€ per ton	€ per kg ds
Verkoop op stam	1400	31	0,09
Oogst en aanrijden	538	12	0,03
Extra transport	80	2	0,01
Aankoop vers gehakseld	2.018	45	0,13

Voor berekening van de prijs van het ingekuild product moet men rekening houden met de inkuilverliezen. Gemiddeld zijn deze verliezen aan drogestof- en voederwaardeopbrengst bij 35% drogestof respectievelijk 3 en 7%.



Verhandelde snijmaïs gaat meestal via de loonwerker



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E info.livestockresearch@wur.nl | www.livestockresearch.wur.nl